

ROCZNIK LIX.

1934

ZESZYT III.

# KOSMOS

Serja B.

PRZEGLĄD ZAGADNIENÍ NAUKOWYCH

POD REDAKCJĄ

D. SZYMKIEWICZA



WE LWOWIE

NAKŁADEM POLSKIEGO TOW. PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA  
Z ZASIŁKIEM FUNDUSZU KULTURY NARODOWEJ

PIERWSZA ZWIĄZKOWA DRUKARNIA WE LWOWIE, ULICA LINDEGO LICZBA 4.

1934

## TREŚĆ

	Str.
1. <b>D. Szymkiewicz.</b> — Szkice z morfologii roślin (IX.)	109
2. <b>A. Poczter.</b> — Prawo szeregów homologicznych Wawilowa . . . . .	137
3. <b>W. Trzebiatowski.</b> — O przemianach fizyko--che- micznych w metalach i ich stopach . . . . .	145
4. <b>D. Szymkiewicz.</b> — W sprawie organizacji przyszłego Zjazdu przyrodników i lekarzy . . . . .	171

---

**Adres redakcji: Lwów, ul. Nabelaka 22.**

# KOSMOS

CZASOPISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

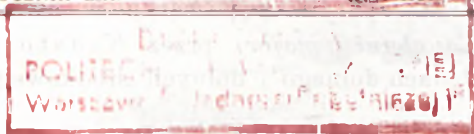
Serja B.

PRZEGLĄD ZAGADNIENŃ NAUKOWYCH POD REDAKCJĄ D. SZYMKIEWICZA

ROCZNIK LIX.

ROK 1931

ZESZYT III.



DEZYDERY SZYMKIEWICZ

## Szkice z morfologii roślin.

### IX. Najstarsze rośliny naczyniowe.

Najstarsze rośliny naczyniowe pochodzą z Dewonu. Są wprawdzie pewne wskazania co do występowania ich w górnym Sylurze, ale dane są jeszcze niepewne. Są to rośliny tak ciekawe, że warto jest rozpatrzyć dokładnie ich morfologję. Można u nich stwierdzić, obok osobliwości, wiele cech wspólnych z późniejszymi roślinami naczyniowemi.

Chodzi tu nie o wszystkie rośliny naczyniowe dewońskie, lecz tylko o formy z dolnych i środkowych pokładów. Flora górnodewońska ma już wyraźne piętno karbońskie. Ale nawet poza pokładami górnemi flora dewońska nie jest jednolita. Można w niej wyróżnić dwie flory odrębne: jedną z dolnego i dolnej części średniego Dewonu i drugą — z górnej części średniego. Dalsze badania zająć prawdopodobnie w pewnym stopniu to rozgraniczenie stratygraficzne. Jest to jednak mało ważne dla morfologii, gdyż wspomniane dwie flory wybitnie różnią się od siebie pod względem morfologicznym. Obie należą do typu paprotników.

Zajmijmy się z początku pierwszą z tych flor. Są to rośliny, charakteryzujące się brakiem korzeni, brakiem albo słabym rozwojem liści oraz zarodnikami, osadzonemi na końcach odgałęzień pędów. Cechy te, zwłaszcza ostatnia, odróżniają je ostro od wszystkich innych roślin naczyniowych, u których

zarodnie są zawsze osadzone na liściach. Noszą one ogólną nazwę psilofitów (*Psilophytinae*). Tu należą rodzaje: *Rhynia*, *Hornea*, *Pseudosporochnus*, *Asteroxylon*, *Arthrostigma* i niektóre inne, mniej znane.

*Rhynia* (rys. 1) została wykryta z początku w dwóch gatunkach (*Rh. Gwynne-Vaughani* i *major*) przez Kidstona i Langa w górnych pokładach dolnego i dolnych środkowego



Rys. 1.

Z lewej strony *Rhynia Gwynne-Vaughani*, z prawej — *Rh. major*.  
Rekonstrukcja około  $\frac{1}{2}$  nat. wielk. — Według Kidstona i Langa.

Dewonu w miejscowości Rhyne w Szkocji. Był to piękny materiał z doskonale zachowaną strukturą. Potem Hirmer wykrył trzeci gatunek — *Rh. gemündensis* w niemieckich pokładach z dolnej części dolnego Dewonu, ale tylko w formie odcisków.

*Rhynia* ma płożące się, dichotomicznie rozgałęzione pędy podziemne, z których wyrastają wzniesione, również dichotomicznie rozgałęzione pędy powietrzne (rys. 1).



Rys. 2.

*Rhynia Gwynne* — *Vaughani*. Kawalek pędu z brodawkami.  $12\frac{1}{2}\times$ .  
Według Kidstona i Langa.



Rys. 3.

*Rhynia major*. Włósniki *rh* wyrastające z brodawki pędu podziemnego.  $25\times$ . — Według Kidstona i Langa.

Jedne i drugie są pozbawione liści. Ciekawą cechą ich są owalne brodawki, rozrzucone w pewnych odstępach (rys. 2).

Z dwóch lepiej znanych gatunków, *Rhynia Gwynne-Vaughani* jest opatrzona temi brodawkami na pędach nadziemnych; z nich wyrastają gdzieniegdzie krótkie boczne odgałęzienia (rys. 1 z lewej strony). U drugiego gatunku, *Rh. major*, brodawki są na pędach podziemnych, na spodniej stronie. Z nich wyrastają włosniki (rys. 3), które u poprzedniego gatunku tworzą się w pewnych miejscach bezpośrednio z dolnej strony podziemnych pędów.

Budowa anatomiczna obu wspomnianych gatunków *Rhynia* jest dobrze znana i zasługuje na szczególną uwagę. Stożek wzrostowy jest szeroki i zawiera wielką ilość komórek początkowych o gęstej zawartości (rys. 4 i 5). Jest to fakt ciekawy ze względu na szerokie rozposzechnienie pojedynczych komórek początkowych u późniejszych paprotników.



Rys. 4 i 5.

*Rhynia Gwynne-Vaughani*. Przekrój podłużny i poprzeczny stożka wzrostowego. 84 $\times$ . — Według Kidstona i Langa.

Pędy nadziemne wykazują wyraźny walec środkowy (stełę), nie odgraniczony jednak od kory ani śródskórnią, ani okolicą, jak to jest zwykle u paprotników (rys. 6–9).

Ksylem (tkanka naczyniowa) jest zróżnicowany na drobno-komórkowy protoksylen, położony w środku, i obwodowy metaksylen o szerszych komórkach (rys. 9). Komórki naczyń mają zgrubienia przeważnie pierścieniowate, rzadziej spiralne. Są one lepiej widoczne u *Asteroxylon*, innego przedstawiciela omawianej grupy roślin, o którym będzie mowa później (rys. 10).

Naczyń punktowanych, względnie schodkowych, niema. Jest to ciekawe z tego względu, że u późniejszych roślin naczyniowych naczynia pierścieniowate i spiralne zjawiają się najwcześniej (w protoksylemie), inne formy — punktowate i im podobne — później (w metaksylemie). Mamy tu zatem przypadek zastosowania prawa biogenetycznego, według którego cechy, zjawiające się wcześniej w rozwoju rodowym, przejawiają się we wczesnych stadjach rozwoju osobnika.



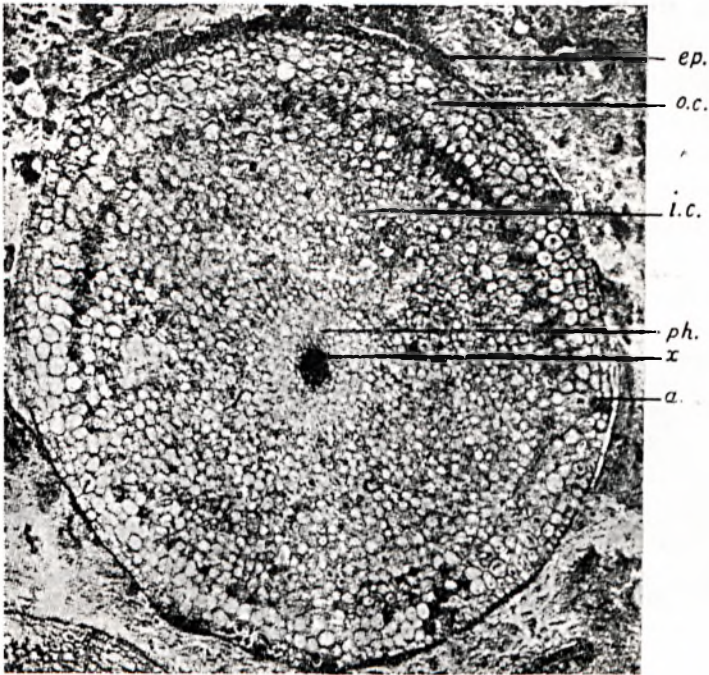
St.

Rys. 6.

*Rhynia Gwynne-Vaughani*. Przekrój podłużny pędu powietrznego. St — walec środkowy (stela). 30X. — Według Zimmermanna.

Floem (tkanka sitowa) otacza ksylem ze wszystkich stron. Składa się on z jednakowych wydłużonych komórek prozenchymatycznych o charakterystycznych ukośnych ściankach poprzecznych. Sit w nich nie stwierdzono.

Z powyższego wypływa, że budowa walca środkowego jest protosteliczna. Jest to rzecz godna podkreślenia, jako dalszy przejaw prawa biogenetycznego, gdyż u wielu paproci dolne, wcześniej powstałe części pędów mają taką właśnie budowę, podczas gdy późniejsze, górne wykazują budowę złożoną i to tem bardziej złożoną, im wyższą część weźmiemy.



Rys. 7.

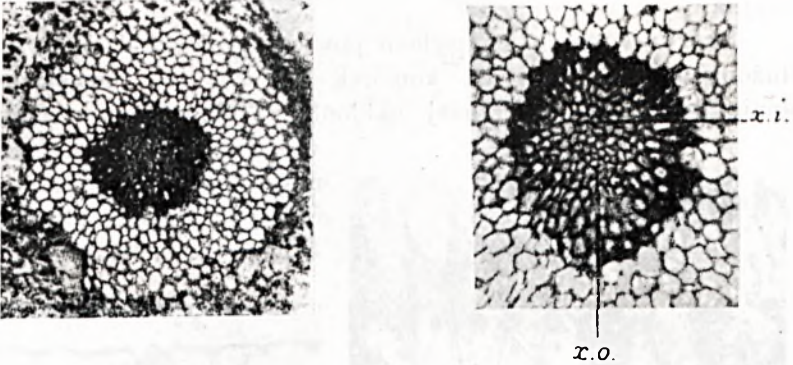
*Rhynia major*. Przekrój poprzeczny pędu powietrznego. *x* tkanka naczyniowa (ksylem), *ph* tkanka sitowa (floem), *i. c.* kora wewnętrzna, *o. c.* kora zewnętrzna, *ep* skórka, *a* komora oddechowa pod szparką (?). 18X.

Według Kidstona i Langa.

Boczne odgałęzienia pędów nadziemnych u *Rhynia Gwynne-Vaugani* zawierają również stelę o podobnej budowie, ale ta nie łączy się ze stelą osiowych części pędu. Służyły te odgałęzienia prawdopodobnie do rozmnażania vegetatywnego. Wskazuje na to zwężenie u ich nasady, skutkiem czego musiały one łatwo urywać się.



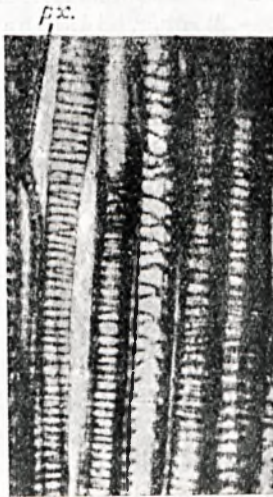
Kora jest zróżnicowana na dwie warstwy. Warstwa wewnętrzna składa się z komórek nieco wydłużonych o gęstej zawartości. Warstwa zewnętrzna jest zbudowana z komórek



Rys. 8 i 9.

*Rhynia major*. Szczegóły przekroju rys. 7. — Rys. 8. Walec środkowy z ksylemem i floemem. 30X. — Rys. 9. Ksylem *x.i.* położony w środku protoksylem, *x. o.* położony na obwodzie metaksylem. 54X.

Według Kidstona i Langa.



Ryc. 10.

*Astroczyton Mackiei*. Przekrój podłużny ksylemu z pędu nadziemnego. *px* wąskie naczynie protoksylemu, na prawo szersze naczynia metaksylemu. 189X. — Według Kidstona i Langa.

prawie izodjometrycznych, większych wymiarów, o zawartości szklistej. Możliwe jest, że gęsta zawartość w wewnętrznej części kory stanowi pozostałość po ciałkach zieleni albo po ziarenkach skrobi. W takim razie byłaby to tkanka asymilacyjna.

Skórka wreszcie na pędach powietrznych składa się z wydłużonych sześciokątnych komórek (rys. 11) o zewnętrznej błonie zgrubiałej, opatrzonej nabłonkiem. Szparki są rzadka wśród nich rozsiiane. Komórki szparkowe leżą na równym poziomie z innymi komórkami skórki (rys. 12).



Rys. 11 i 12. *Rhynia Gwynne-Vaughani*.

Rys. 11. Skórka widziana z powierzchni. 144X. Rys. 12. Szparka w przekroju. 144X. — Według Kidstona i Langa.

Pędy podziemne mają podobną budowę, tylko nie mają nabłonka i są pozbawione szparek, zato, jak to już było wzmiankowane, wytwarzają włósniki (rys. 3).

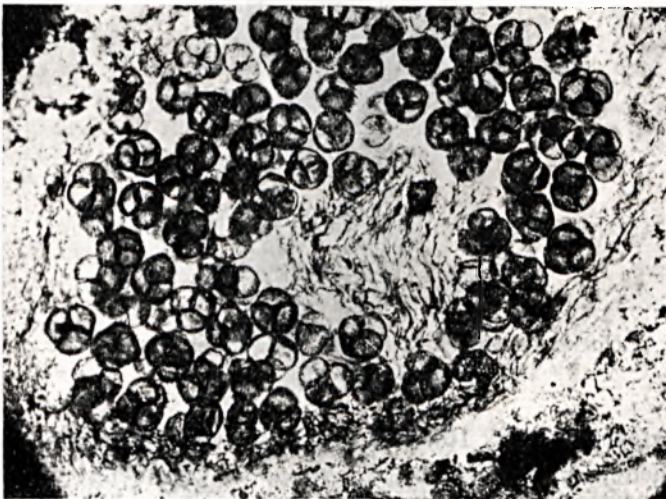
Zarodnie, wyrastające na końcach odgałęzień pędów powietrznych, są wydłużone (rys. 1). Ścianka ich jest wielowarstwowa: na powierzchni znajduje się skórka, złożona z grubościennych komórek (ryc. 13, *ep*), głębiej idzie kilka warstw komórek cienkościennych (*ml*), wreszcie przychodzi warstwa wewnętrzna, która być może odpowiada warstwie wyścielejającej (*tps*) Budowa zarodni z masywną ścianką reprezentuje starszy typ budowy tego organu, cienkościennie zarodnie z jednowarstwową ścianką (u paproci z grupy *Leptosporangiatae*) zjawiają się, jak wiadomo, w późniejszych okresach.

Zarodniki tworzą się tetradami, tak jak u wszystkich innych naczyniowych. Widoczne to jest szczególnie dobrze u *Hornea*, roślin bliskich *Rhynia*, a którymi teraz z kolei zajmujemy się (rys. 14).



Rys. 13.

*Rhynia major*. Przekrój poprzeczny zarodni. *ep* skórka, *ml* komórki cienkościenne, *tap* warstwa wyścielająca (?).  $4\frac{3}{4}\times$ .  
Według Kidstona i Langa.



Rys. 14.

*Horneua Lignieri*. Zarodniki zlepione w tetrady.  $104\times$ .  
Według Zimmermanna.

*Hornea*, pochodząca z tych samych pokładów szkockich, co *Rhynia*, jest do niej bardzo podobna (rys. 15). Pod dwoma względami tylko są poważniejsze różnice: w pędach podziemnych i w budowie zarodni. Pędy podziemne mają mianowicie postać bulw, wyrastających jedna z drugiej z boku. Każda bulwa daje jeden pęd nadziemny. Z dolnej strony bulw wyra-



Rys. 15.

*Hornea Lagneri*. Rekonstrukcja.  $\frac{2}{3}$  nat. wielkości.  
Według Kidstona i Langa.

stają włosniki (rys. 16). Ciekawe są zarodnie: mają one budowę podobną do zarodni *Sphagnum* z kolumellą, wrastającą od dołu do wnętrza i nadającą masie zarodników formę klosza (rys. 17). Takiej budowy zarodni nie znajdujemy u żadnych innych paprotników.

Przechodzimy z kolei do bardzo ciekawej, mało jeszcze znanej formy *Pseudosporochnus* (rys. 18). Znaleziono ją w Cze-

chach, w pokładach nieco starszych — w górnych środkowego Devonu a więc w tym poziomie, gdzie jest siedlisko drugiej flory dewońskiej, o której będzie mowa później. Do przed-



Rys. 16.

*Hornea Lignieri*. Dolna część bulwy w pionowym przekroju z włósnikami. 26 $\times$ . — Według Kidstona i Langa.



Rys. 17.

*Hornea Lignieri*. Przekrój podłużny zarodni. 30 $\times$ .  
Według Zimmermanna.

stawicieli tej drugiej flory *Pseudosporochnus* zbliża się swoim pokrojem, co jest warto odrazu zaznaczyć. *Pseudosporochnus* jest drzewiastą formą typu *Rhynia* i *Hornea*. Siega on

2—3 metrów wysokości (*Rhynia* dochodzi zaledwie do 50 *cm*). Pień ma około 10 *cm* w średnicy i jest zgrubiały u podstawy, która widocznie tkwiła w ziemi. Z tej podstawy wyrastają liczne cienkie podziemne odgałęzienia, podobne do korzeni. Ku górze pień rozdziela się w sposób nieprawidłowy na pęk



Rys. 18.

*Pseudosporochmus krejci*. Rekonstrukcja. — Według Potonié i Bertranda z Zimmermanna.

gałęzi, które dzielą się dalej na coraz cieńsze odgałęzienia w drodze dichotomji, przechodzącej w monopodjalność. Zasadnicza forma rozgałęzienia jest tu dichotomiczna. Jej nieprawidłowy charakter pochodzi widocznie ze skupienia rozgałęzień

na małym odcinku w górnej części pnia. Na końcu ostatnich odgałęzień mieszczą się wydłużone zarodnie (rys. 19). Według Zimmermanna są to częściowo liście.

Budowa anatomiczna *Pseudosporochmus'a* nie jest znana. Przez macerację zwęglonych resztek stwierdzono jednak jeden fakt godny uwagi: mianowicie obecność naczyń z jednorzędnymi jamkami obok naczyń pierścieniowatych. Podobne naczynia, mniej pierwotne, stwierdzono u *Psilophytinae* tylko



Rys. 19.

*Pseudosporochmus krejci*. Gałąź z zarodniami w  $\frac{1}{2}$  nat. wielkości i osobno zarodnie  $3\times$ . — Według Potonié i Bertranda.

u *Asteroxylon elberfeldense*, o którym będzie mowa poniżej, podczas gdy w „drugiej” florze dewońskiej były one zdaje się regułą.

Przechodzimy teraz do rodzaju *Psilophyton* (rys. 20). Należy on do dolnego Dewonu. Wykryty początkowo w Kanadzie przez Dawsona, został następnie znaleziony w wielu krajach Zachodniej Europy. Morfologia zewnętrzna jego jest podobna

do *Rhynia*. Występuje tu jednak nowa cecha: zaczątki liści w formie kolców, które wyrastają zarówno z podziemnych, jak i z dolnej części powietrznych pędów. Na starej (z r. 1888) rekonstrukcji Dawsona na pędach powietrznych, widocznie przez omyłkę, kolce są pominięte. Termin „kolce“ jest być może niewłaściwy, bo prawdopodobnie nie były one kolące. Chodzi jednak o zaznaczenie, że do omawianych wyrostków nie wchodzi żadne odgałęzienie walca środkowego, podobnie jak n. p. u róży. Na końcach kolców znajdują się komórki



Rys. 20.

*Psilophyton princeps*. Rekonstrukcja około  $\frac{1}{2}$  nat. wielk. Po lewej stronie: *a* gałązka z zarodnikami, *b* kawałek pędu z kolcami, w osiowej części zaznaczony ksylem. — Według Dawsona.

wydzielnicze. Ciekawe jest pastorałowate skręcenie młodych pędów powietrznych, przypominające liście paproci. Budowa anatomiczna pędów jest podobna do *Rhynia*, ale mniej znana.

Przechodzimy z kolei do rodzaju *Asteroxylon*, w którym stwierdzamy dalszy krok do tworzenia liści. Pędy nadziemne są tu gęsto pokryte grubymi, ale spłaszczonymi wyrostkami (rys. 21 i 22), które mają wygląd pośredni między kolcami, takimi jak u *Psilophyton*, a prawdziwymi liśćmi. Pośrednia



jest także ich budowa, mianowicie nie zawierają one wprawdzie odgałęzień walca środkowego, ale takie odgałęzienia (liścioślady) kierują się do nich przez korę do ich podstawy (rys. 22).



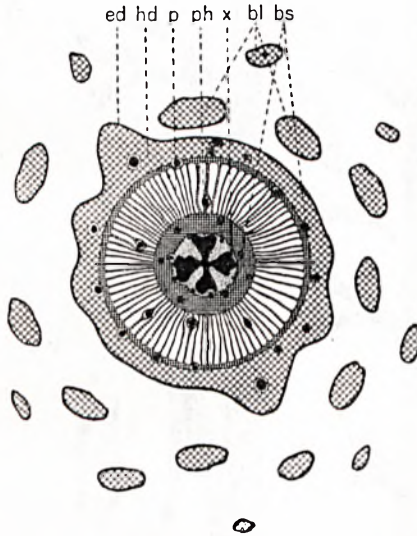
Rys. 21.

*Asteroxylon Mackiei*. Rekonstrukcja około  $\frac{1}{2}$  nat. wiel.  
Według Kidstona i Langa.

Opiszmy dokładniej te rośliny. Oprócz *Asteroxylon Mackiei*, pochodzącego z tych samych szkockich pokładów, które dostarczyły tak pięknego materiału dla *Rhynia* i *Hornea* (górną część dolnego i dolną część średniego Dewonu), znany jest

jeszcze drugi gatunek *A. elberfeldense* (rys. 23) ze środkowodewońskich pokładów północno-zachodnich Niemiec, Czech, Szkocji i Norwegji, który jednak pod wieloma względami różni się od pierwszego i musi być osobno omówiony.

*Asteroxylon Mackiei* ma, na podobieństwo *Rhynia*, płózące pędy podziemne i wzniesione pędy powietrzne, które z nich wyrastają. Od bezlistnych pędów podziemnych odchodzą nadto odgałęzienia wglęb, silnie rozgałęzione, imitujące korzenie. Pędy



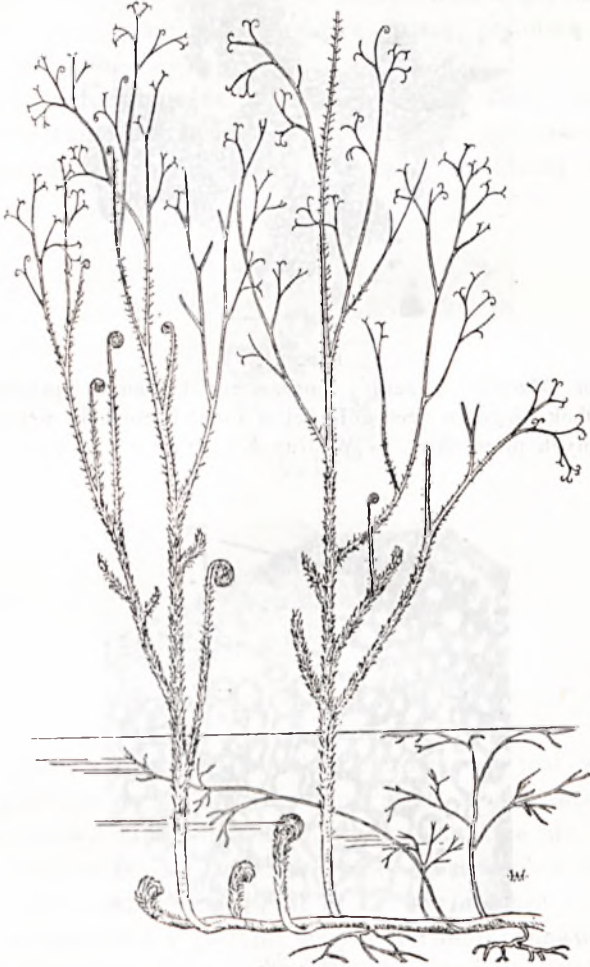
Rys. 22.

*Asteroxylon Mackiei*. Schemat przekroju pędu: *ed* skórka, *hd* kora zewnętrzna, *p* kora wewnętrzna z komorami w środkowej warstwie, *ph* floem — jasno punktowany naokoło czarno zaznaczonego ksylemu (*x*), *bl* liście, *bs* liścioślady (czarne punkty). — Według Pia.

nadziemne są z wyglądu podobne do widłaków z powodu wspomnianych powyżej gęsto osadzonych liściowatych wyrostków. Tylko odgałęzienia z zarodnikami są ich pozbawione, o czym jeszcze będzie osobno mowa poniżej. Rozgałęzienie jest w częściach osiowych monopodjalne, w bocznych — dichotomiczne.

Budowa anatomiczna pędów nadziemnych jest o wiele bardziej złożona, niż u *Rhynia* (rys. 22). Walec środkowy jest wyraźnie oddzielony od kory, być może istniała śródskórnia.

Ksylem ma formę gwiazdy o długich, rozszerzonych na końcach lub widełkowato rozgałęzionych ramionach (rys. 24). Jest on złożony, tak samo jak u *Rhynia*, tylko z pierścienio-

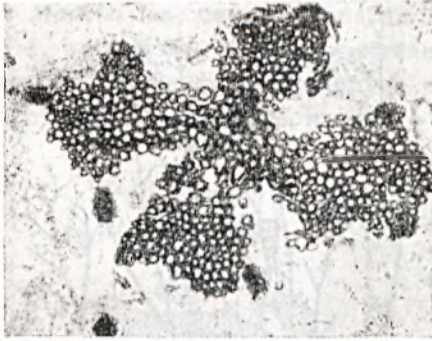


Rys. 23.

*Asteroxylon elberfeldense*. Rekonstrukcja. Ok.  $\frac{1}{25}$  nat. wielk.  
Według Kräusela i Weylanda.

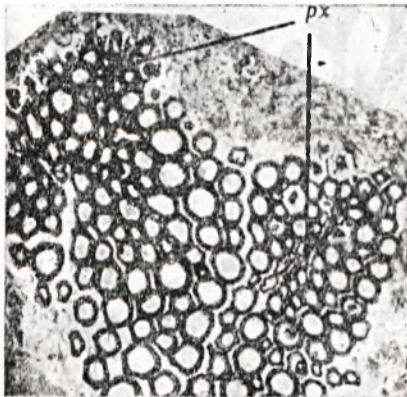
watych i spiralnych naczyń (rys. 10). Protoksylem jest położony przy końcach „ramion” (rys. 25). Naokoło idzie masa floemu, wypełniającego wgłębienia między „ramionami”, dająca

w zarysie zaokrąglony kształt walcowi środkowemu. Budowa floemu taka sama, jak u *Rhynia*. Kora ma budowę złożoną: część wewnętrzną, gruba, wykazuje w swojej warstwie środ-



Rys. 24.

*Asteroxylon Mackiei*. Przekrój poprzeczny ksylemu, mającego formę gwiazdy. Obok niego (w szczególności w dole) liścioslady w formie ciemnych plam. 26 $\times$ . — Według Kidstona i Langa.



Ryc. 25.

*Asteroxylon Mackiei*. Przekrój jednego z „ramion” ksylemu. px protoksylem. 84 $\times$ . — Według Kidstona i Langa.

kowej liczne wążki promienisto ułożone przestwory, oddzielone od siebie blaszkami tkanki; część zewnętrzna jest o wiele cieńsza. Skórka ma szparki z komórkami szparkowemi, zagłębionemi pod jej powierzchnię. Przez korę przebiegają, wy-

chodzące z „ramion“ ksylemu, liścioślady, o których już była mowa powyżej. Składają się one z wiązki naczyń, otoczonej warstwą floemu (rys. 26). Przebiegają one częściowo pionowo, częściowo ukośnie i kończą się u nasady liściastych wyrostków, które nie posiadają tkanek przewodzących.

Pędy podziemne mają budowę prostą, podobną do takich pędów u *Rhynia*.

Pędy zarodnionośne u omawianej rośliny nie zostały jeszcze znalezione w łączności z pędami vegetatywnymi. Znalaziono je jednak w tej samej warstwie, w której szczątków



Rys. 26.

*Asteroxylon Mackiei*. Liścioślady. 92 $\times$ . — Według Kidstona i Langa.

innych roślin niema. W dodatku budowa ich jest w pewnym stopniu podobna do pędów vegetatywnych. Można zatem przyjąć z dużym prawdopodobieństwem, że należą one do tej samej rośliny, zwłaszcza że podobne pędy zarodniowe u drugiego gatunku tego samego rodzaju — *A. elberfeldense* — udało się znaleźć w łączności z pędami vegetatywnymi. Omawiane pędy zarodnionośne są obficie rozgałęzione, nagie, opatrzone na końcach zarodnikami (rys. 21 z prawej strony u góry). Stanowią one boczne odgałęzienia pędów vegetatywnych, tak jak to jest zaznaczone na rekonstrukcji na ryc. 21. Budowa anatomiczna jest prostsza, nie przedstawia nic szczególnie interesującego.

Zarodnie mają wielowarstwową ściankę, otwierają się na szczycie (rys. 27). W tym miejscu skórka wykształca się w sposób, przypominający „pierścienie“ w zarodniach paproci. W przeciwieństwie do tego, u poprzednio omawianych *Psilophytinae* miejsce pęknięcia nie jest niczem zaznaczone. Zarodnie, jak zawsze — w tetradach.

Drugi gatunek rodzaju *Asteroxylon* — *A. elberfeldense* (rys. 23) — został dokładnie poznany dzięki szczęśliwemu znalezieniu dobrze zachowanych resztek w okolicy Elberfeldu



Rys. 27.

*Asteroxylon Mackiei*. Przekrój podłużny pękniętej zarodni. W pobliżu otworu komórki „pierścienia“. Widoczne są także zarodniki. 60X.

Według Zimmermanna.

w Niemczech. Jego nagie części podziemne i dolne powietrzne ulistnione były poprzednio znane jako *Thursophyton Milleri*, górne nagie — jako *Hostimella hostimensis*. Różni się on od *A. Mackiei* tem, że górne części pędów powietrznych tracą stopniowo liściaste wyrostki, a nadto pastorałowatym skręceniem pędów za młodu. Ciekawe są różnice w budowie anatomicznej. Przewszystkiem stwierdzono w ksylemie obecność naczyń schodkowanych oraz opatrzonych okrągłymi jamkami. Ksylem w dol-

nych ulistnionych częściach pędów jest w przekroju „gwiazdzisty“ z miększowym rdzeniem; w górnych nagich częściach budowa jest podobna do *Rhynia*. Floem jest bez rurek sitowych, jak zawsze u *Psilophytinae*. Kora jest zróżnicowana na część wewnętrzną parenchymatyczną i zewnętrzną prozenchymatyczną. Skórka prawdopodobnie ze szparkami, które jednak nie zachowały się w dotychczasowym materjale.

Dalszy, można powiedzieć ostateczny, krok w wykształceniu liści da się stwierdzić w omawianej „pierwszej“ florzce u *Arthrostigma gracile* z dolnego Dewonu, rośliny mało jeszcze znanej, o pokroju podobnym do *Psilophyton*. Różni się ona zasadniczo od niego przez to, że do kolców wchodzi odgałęzienia steli, sięgające do końca.

Nie będę omawiał innych *Psilophytinae*, takich jak *Taenioerada* (*Haliserites*) i *Zosterophyllum* o spłaszczonych pędach i t. d., gdyż nie wnoszą one nic zasadniczo nowego. Zaznaczę tylko, że w ostatnich latach znaleziono liczne *Psilophytinae* także na południowej półkuli.

Przechodzimy wreszcie do „drugiej“ flory dewońskiej, znanej z górnych pokładów środkowego Dewonu, w północno zachodnich Niemczech i w Norwegji. Rośliny te nie otrzymały dotąd ogólnej nazwy, gdyż poszczególnych przedstawicieli zaliczono częściowo do skrzypów (*Hyaenia*, *Calamophyton*), częściowo do paproci (*Cladozylon*). Te ostatnie formy Hirmer uważa zresztą za osobną gromadę paprotników, równorzędną z paprociami, skrzypami etc. Wykazują one jednak tyle cech wspólnych, że poczucie systematyka, nie kierującego się filogenetycznymi względami, musi je traktować razem, zwłaszcza że są one równowiekowe.

Już pokrojowo są one do siebie uderzająco podobne (rys. 28—30): ich pędy powietrzne (inne są nieznanne!) są nieprawidłowo „wiechciowato“ rozgałęzione, tak jak to już widzieliśmy u *Pseudosporochnus* (rys. 19). Nadto mają one drobne dichotomiczne liście, które prawdopodobnie są pozbawione tkanek przewodzących. Co do *Cladozylon*, jest to pewne. Wreszcie zarodnie ich tworzą się nie na końcach pędów, jak u *Psilophytinae*, lecz na tworach, równorzędnych morfologicznie z liśćmi.

*Hyenia* i *Calamophyton* mają wspólną bardzo ciekawą cechę, która je zbliża do skrzypów, a mianowicie zarodnie są osadzone na sporangjoforach, które mają kształt cienkich wyrostków, na końcu rozgałęzionych dichotomicznie z odnogami zwróconymi ku łodydze. Na końcach tych odnóg są osadzone po 2—3 u *Hyenia*, pojedynczo u *Calamophyton* —



Rys. 28.

*Hyenia elegans*. Rekonstrukcja  $\frac{1}{2}$  nat. wielk. *a* liść osobno. *b* sporangjofory z zarodniami. — Według Kräusela i Weylanda.

zarodnie o nieznanej zresztą budowie i zawartości (rys. 28 *b*, 29 *b*). Przypomina to w pewnej mierze tarczkoate sporangjofory u skrzypów, na których zarodnie są zwrócone także ku osi pędu. Jaki jest charakter morfologiczny tych tworów? Sądząc według ich położenia i dichotomji, należy je uważać za twory równoznaczne z liśćmi (rys. 28 *a*, 29 *a*). Możliwe



jest, że są one tak samo pozbawione tkanek przewodzących, jak to prawdopodobnie jest u tych ostatnich. Sporangjofory są zebrane na osobnych odgałęzieniach pędów. Są one,



Rys. 29.

*Calamophyton primaerum*. Rekonstrukcja  $\frac{1}{2}$  nat. wielk. *a* liście osobno. *b* sporangjofory z zarodnikami. — Według Kräusela i Weylanda.

podobnie jak liście, ustawione w sposób mniej lub więcej zbliżony do okółkowego, co jeszcze bardziej zbliża te rośliny do



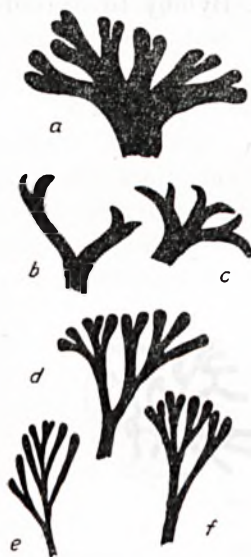
Ryc. 30.

*Cladoxylon scoparium*. Rekonstrukcja  $\frac{2}{3}$  nat. wielk. — Według  
Kräusela i Weylanda.

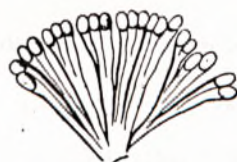
skrzypów. Najbardziej zbliża się do nich *Calamophyton*, u którego zaznacza się wyraźnie podział łodygi na węzły i międzywęzła (rys. 29). Budowa anatomiczna, niestety, u *Hyeria* nie jest znana. Odnosnie do *Calamophyton* znana jest tylko stela młodszych odcinków pędów i to niedokładnie: ksylem złożony jest przeważnie ze schodkowanych naczyń, w mniejszym stopniu z siatkowatych. W środku steli — trójkątny rdzeń.

Przechodzimy teraz do rodzaju *Cladoxylon*. Do tego rodzaju oprócz gatunku *Cl. scoparium* z górnej części środkowego Dewonu zalicza się jeszcze kilka gatunków z dolnego Karbonu (Kulmu). Takie postępowanie jest conajmniej ryzykowne: wspomniane karbońskie rośliny znane są tylko ze swojej budowy anatomicznej. Jest ona podobna do budowy *Cl. scoparium*, różni się jednak jaskrawo obfitym przyrostem wtórnym, którego gatunek dewoński nie ma. Nic niewiadomo o kształcie pędów, ani o owocowaniach! Dlatego też będziemy zaliczali do rodzaju *Cladoxylon* tylko jeden wymieniony powyżej gatunek.

Jak to widoczne jest z rycin 30—32, poza dichotomicznie rozgałęzionymi liśćmi



Rys. 31.



Rys. 32.

Rys. 31. *Cladoxylon scoparium*. Liście: a—c z dolnej części, d—f z górnej części pędów.  $2\frac{1}{2} \times$ .

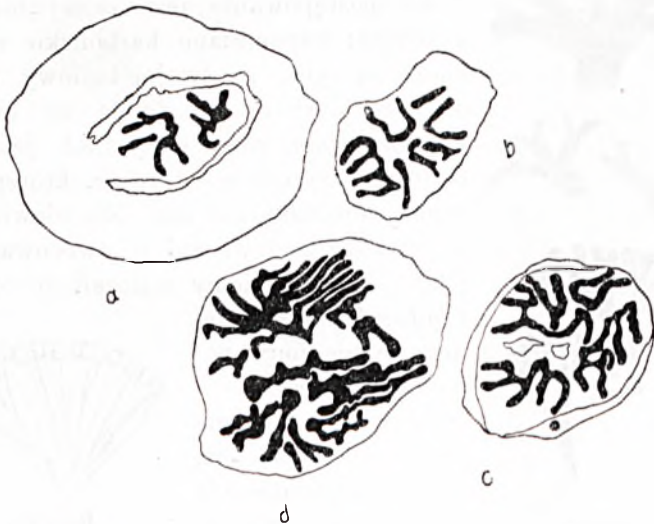
Rys. 32. Liście zarodniowe.  $2 \times$ . — Według Kräusela i Weylanda.

bez nerwów, w górnej części niektórych odgałęzień pędów nadziemnych (inne nie są znane!) są osadzone płaskie wachlarzowate twory, rozgałęzione w przybliżeniu dichotomicznie na wąskie odcinki, zakończone zarodnikami. Są to widocznie również liście. Budowa zarodni nie jest znana. Zarodniki jednakowe.

Budowa anatomiczna pędów jest bardzo złożona, jak wiadać z ryc. 33. Ksylem jest podzielony na pionowe płyty,

zorjentowane mniej więcej promienisto. W poprzecznym przekroju przedstawiają się one jako pasma częściowo dichotomicznie rozgałęzione, rozmaicie powyginane. Ku górze budowa steli ulega stopniowemu uproszczeniu. Protoksylem mieści się w końcowych, zwróconych nazewnątrz częściach pasm.

Metaksylem składa się z naczyń schodkowanych, czasem także z naczyń, opatrzonych okrągłymi lejkowatymi jamkami. Przyrostu wtórnego niema. Co do floemu, nie znalazłem żadnej wzmianki w dostępnej mi literaturze. Poszczególne części ksylemu są uważane za osobne stele. Byłoby to uzasad-



Rys. 33.

*Cladoxylon scoparium*. Przekroje poprzeczne jednego z pędów: *a* najbardziej górny przekrój, *d* najbardziej dolny. Czarną barwą jest zaznaczony ksylem. 8×. — Według Kräusela i Weylanda.

nione tylko wtedy, gdyby każda z nich była otoczona osobną warstwą floemu. Tkanka, położona między częściami ksylemu, ma być (w części zapewne) parenchymatyczna. Nasuwa się porównanie między *Cladoxylon* a *Asteroxylon* pod względem budowy ksylemu (por. ryc. 22 i 33). Ksylem u *Cladoxylon* wygląda jak „gwiazda“ *Asteroxylon*'u, ale o ramionach silnie rozgałęzionych i częściowo oderwanych od siebie. Podobne położenie grup protoksylemu wznaga to podobieństwo.

Tylko u *Asteroxylon* wolna przestrzeń między „ramionami“ jest wypełniona floemem. U *Cladoxylon* ma być inaczej. Zdaje się, że rzecz ta nie jest jeszcze dobrze zbadana.

Kończąc ten przegląd wcześniejszych dewońskich flor, warto jest podkreślić brak form przejściowych między „pierwszą“ a „drugą“ florą, jeżeli nie liczyć *Pseudosporochnus'a*, który zresztą właściwie tylko pokrojowo odbiega od „pierwszej“ flory, bo naczynia mniej pierwotnego typu zostały stwierdzone także u *Asteroxylon elberfeldense*.

Pozostaje jeszcze kwestja przejść od tych flor do roślin późniejszych. Jest to jednak temat zbyt obszerny, by go tu traktować.

Wspomnę tylko o doniosłym fakcie znalezienia w środkowym Dewonie Australji bezlistnych łodyg o budowie „gwiazdzistej“, jak u *Asteroxylon*, ale wykazujących w górnej części przyrost wtórny na końcach „ramion“. Tę niezmiernie ciekawą roślinę, niestety, co do innych części nieznaną, nazwano *Schizopodium*.

#### L I T E R A T U R A.

Hirmer M. Handbuch der Paläobotanik. Tom I. München u. Berlin. 1927.

Lilpop J. Flora kopalna w Polsce. — Lwów. K. S. Jakubowski. 1928.

Seward A. Plant life through the ages. — Cambridge. 1930.

Zimmermann W. Die Phylogenie der Pflanzen. — Jena. 1930.  
Fortschritte der Botanik. 1931, 1932.

---

W przytoczonych dziełach i w czasopiśmie „Fortschritte der Botanik“ szczegółowe wykazy bibliograficzne.

*Z Pracowni botanicznej Wydziału rolniczo-lasowego  
Politechniki Lwowskiej.*



## Prawo szeregów homologicznych Wawiłowa.

Ogromna różnorodność kształtów w świecie roślinnym ujawniła już bardzo dawno potrzebę ścisłego ich usystematyzowania. Dążeniem pierwszych systematyków było ustalenie takich form, któreby można było uważać za pochodzące bezpośrednio od osobników pierwotnych. Stworzenie pojęcia jednostki systematycznej w granicach, odpowiadających mniej więcej dzisiejszym pojęciom rodzaju, było zasługą de Tournefort'a (druga połowa XVIII wieku). Podział ten jednak długo się nie utrzymał, bo już w wieku XVIII Linneusz wykazał, że jednostki systematyczne Tournefort'a obejmują większą ilość mniejszych jednostek stałych, które nazwał gatunkami (wg. późniejszego określenia Lotsy'ego — „linneony“).

Podobny los, co i rodzaje Tournefort'a, spotkał również gatunki Linneusza. W następnym mianowicie stuleciu stwierdził Jordan, że jednostki Linneusza mają charakter zbiorowy. Droga badania roślin na całym szeregu pokoleń udało mu się wykazać, że zauważona duża ilość drobnych różnic w obrębie jednostki systematycznej Linneusza nie jest wcale zjawiskiem przejściowym, jak sądził Linneusz, lecz świadczy o istnieniu w ich granicach zupełnie odrębnych jednostek mniejszych. W wyniku podziału gatunków Linneusza otrzymał Jordan t. zw. gatunki drobne. De Vries nazwał je gatunkami elementarnymi, Lotsy zaś — żordanonami.

Rozwój nauki o dziedziczności czyli genetyki posunął zagadnienie jednostki systematycznej jeszcze o jeden krok dalej. Przyczynił się ku temu Johannsen, który w r. 1903 ogłosił pracę o czystych liniach. Łącząc wszystkie osobniki, posiadające jednakowy skład genetyczny, czyli genotypowo jednakowe, w wspólną grupę, nazwał ją Johannsen biotypem. Okazało się, że żordanon obejmuje pewną ilość biotypów.

Obecnie wyróżniamy więc w świecie roślinnym w obrębie każdego rodzaju następujące jednostki:

linneon → żordanon → biotyp → osobnik.

Analizując poszczególne te jednostki, należy stwierdzić, że najmniejsze różnice zachodzą pomiędzy jednostkami najniższymi, t. j. osobnikami, w miarę zaś oddalenia od tych ostatnich, różnice zwiększają się. Osobniki, należące do jednego biotypu, a więc genotypowo jednakowe, wykazują między sobą pewne różnice, będące wynikiem odmiennego wpływu otoczenia. Zjawisko to nosi nazwę zmienności indywidualnej. Wyraz swój znalazło ono w prawie Quetelet'a, które głosi, że układ osobników w każdym szeregu warjacyjnym odpowiada ściśle spółczynnikom dwumianu, podniesionego do pewnej potęgi.

Dla wyjaśnienia prawa tego weźmy przykład ze wzrostem u ludzi, podany przez Quetelet'a. Zmierzony tu został wzrost u 1000 osobników. Przedstawiając dane te w postaci szeregu, otrzymamy:

wzrost w centach	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
Ilość wypad- ków	1		1		2	20	48	75	117	134	157	140	121	80	57	26	13	5	2	1					

Szereg ten nosi nazwę warjacyjnego, poszczególne zaś elementy jego nazywają się warjantami. Analizując powyższy szereg, można zauważyć, że ilość wypadków jest najmniejsza przy wielkościach krańcowych, następnie zwiększa się ku środkowi, gdzie osiąga najwyższą wartość. Przechodząc do odchyień od wielkości średniej, widzimy, że zwiększeniu odchylenia odpowiada zmniejszenie ilości wypadków. Częstość odchyień jest więc funkcją ich wielkości.

Quetelet stwierdził, że rozmieszczenie warjantów w każdym szeregu warjacyjnym odpowiada spółczynnikom dwumianu, podniesionego do pewnej potęgi.



Na podstawie dwumianu Newtona otrzymujemy:

$$\begin{aligned}
 (a+b)^1 &= a+b \\
 (a+b)^2 &= a^2+2ab+b^2 \\
 (a+b)^3 &= a^3+3a^2b+3ab^2+b^3 \\
 (a+b)^4 &= a^4+4a^3b+6a^2b^2+4ab^3+b^4 \\
 &\dots \\
 &\dots \\
 (a+b)^n &= a^n+n \cdot a^{n-1}b + \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} a^{n-2}b^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3} a^{n-3}b^3 + \dots \\
 &\dots + \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} a^2b^{n-2} + n \cdot a \cdot b^{n-1} + b^n.
 \end{aligned}$$

Chcąc przedstawić same tylko współczynniki, przyjmujemy, że  $a=b=1$ . Otrzymujemy wówczas:

$$\begin{aligned}
 (1+1)^1 &= 1+1 \\
 (1+1)^2 &= 1+2+1 \\
 (1+1)^3 &= 1+3+3+1 \\
 (1+1)^4 &= 1+4+6+4+1 \\
 &\dots \\
 &\dots \\
 (1+1)^n &= 1+n + \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} + \frac{n(n-1)(n-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \dots + \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} + n+1.
 \end{aligned}$$

Rozbijając szereg warjacyjny Quetelet'a na klasy po 2 jednostki w każdej, otrzymamy:

59-60	61-62	63-64	65-66	67-68	69-70	71-72	73-74	75-76	
i niżej	22	123	251	297	201	83	18	i wyżej	
2								3	
									$\Sigma=1000$

Podnosząc dwumian do potęgi ósmej, otrzymujemy:

$$\begin{aligned}
 (1+1)^8 &= 1+8+28+56+70+56+28+8+1 \\
 &\Sigma=256
 \end{aligned}$$

W przykładzie ze wzrostem u ludzi  $\Sigma=1000$ . Pomnóżmy więc elementy dwumianu, podniesionego do 8 mej potęgi, przez 4.

Otrzymamy:

$$4 \quad 32 \quad 112 \quad 224 \quad 280 \quad 224 \quad 112 \quad 32 \quad 4.$$

Porównując szereg ten z szeregiem warjacyjnym Quetelet'a, można zauważyć pewną między nimi zgodność. Będzie ona tem większa, im mniejszy weźmiemy przedział klasowy.

Zmienność indywidualna może dotyczyć cech zarówno jakościowych, jak ilościowych. Od tego rodzaju zmienności należy odróżnić zmienność grupową, która przedstawia różnice, dotyczące już nie poszczególnych osobników, lecz grup całych biotypów i żordanonów w obrębie linneona. Zmienność grupowa ma uzasadnienie nie w przystosowaniu się do zmiany warunków otoczenia, lecz w podłożu genetycznym. Zmienność ta może być również jakościowa i ilościowa.

Z kolei należy postawić pytanie, czy istnieje jakieś prawo, rządzące układem warjantów w szeregu warjacyjnym, przedstawiającym zmienność grupową. Wspomniano wyżej, że zmienność indywidualna ma przebieg prawidłowy, podlegający prawu Quetelet'a. Niemniej ważnym jest również stwierdzenie, czy istnieje prawidłowość w zmienności grupowej, dotyczącej jednostek systematycznych wyższego rzędu.

Rozwiązaniem zagadnienia tego zajął się Smirnow. Próbował on zastosować w tym celu metody statystyczne, których się używa przy zmienności indywidualnej. Drogą tą doszedł do wniosku, że rozmieszczenie warjantów w szeregu, przedstawiającym zmienność grupową, odbywa się ściśle wg. prawa Quetelet'a, jest więc takie same, jak przy zmienności indywidualnej.

Fakt ten nie znalazł jednak potwierdzenia. Filipczenko wykazał na całym szeregu przykładów, że prawo Quetelet'a nie dotyczy zupełnie zmienności grupowej, odnosi się natomiast wyłącznie do zmienności indywidualnej, zasadniczo od tamtej różniące się.

W poszukiwaniu podstawowego prawa zmienności grupowej, inną drogę obrał Wawiłow. Określając zmienność grupową, jako dziedziczną, wyłożył on w r. 1920 teorię swoją w pracy p. t. „Prawo szeregów homologicznych w zmienności dziedzicznej“ (Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости)<sup>1)</sup>.

Wawiłow zbadał dużą ilość rozmaitych form roślin uprawnych i doszedł do wniosku, że ogromna różnorodność kształtów nie jest wcale jakimś chaotycznym nagromadzeniem różnych cech, lecz planowym układem ich, odznaczającym się

<sup>1)</sup> Także po angielsku w czasopiśmie „Journal of genetics“.

pewną regularnością. Formy jednego gatunku stanowią przeważnie powtórzenie form drugiego bliskiego gatunku, jak to można łatwo stwierdzić chociażby na przykładzie pszenicy. Mając więc podział jednego gatunku na odmiany, łatwo jest ułożyć podział gatunku innego, albowiem jedne i te same cechy, względnie kombinacje cech, charakteryzują poszczególne odmiany różnych gatunków. Takie np. cechy, jak kłosa białe, czerwone lub czarne, owłosione lub nagie, ziarno białe lub czerwone, charakteryzują zarówno *Triticum vulgare graecum*, *T. compactum splendens*, *T. durum leucurum*, *T. turgidum lusitanicum*, jak i wiele innych. Podobna prawidłowość zachodzi również przy badaniu składu rasowego poszczególnych odmian.

Rasy, tworzące odmiany blisko siebie stojące, wykazują na podstawie cech swoich zupełną równoległość i tożsamość. Powyższy paralelizm (równoległość) zachodzi nie tylko między odmianami i gatunkami, jak to ma miejsce na przykładzie pszenicy, lecz także między różnymi rodzajami, np. u różnych zbóż. Takie same bowiem zjawisko wykazują gatunki owsa (*Avena*), jęczmienia (*Hordeum*), żyta (*Secale*) i t. d.

Wawiłow powiada: „Bliższe gatunki genetyczne charakteryzują się równoległymi szeregami cech, i . . . im bliżej stoją gatunki pod względem genetycznym, tem wyraźniej i dokładniej występuje tożsamość szeregów cech morfologicznych i fizjologicznych“.

Wyżej powiedziane dotyczy także gatunków, należących do bliższych siebie rodzajów. Jeżeli porównać np. gatunki pszenicy z gatunkami żyta, okazuje się, że „nie tylko genetycznie bliskie gatunki, lecz i rodzaje wykazują tożsamość szeregu zmienności genotypowej“ (Wawiłow).

Na podstawie wniosków tych zrobił dalej Wawiłow przypuszczenie, że istnieją gdzieś formy, których obecnie jeszcze nie znamy, lecz które mają odpowiednich analogicznych przedstawicieli u bliskich rodzajów i gatunków. Takie przypuszczenie zrobił odnośnie istnienia form żyta, pozbawionych jęczyczka na liściach. Dotychczas bowiem wiadano o istnieniu formy bezjęczyczkowej tylko u owsa. O istnieniu podobnych form u innych zbożowych przez długi czas żadnych wiadomości nie posiadano. Dopiero później wykryto w Afganistanie pszenicę pozbawioną jęczyczka. Przypuszczenie Wawiłowa,

wynikające z jego prawa szeregów homologicznych, odnośnie istnienia formy bezjęzyczkowej także u żyta, niebawem się sprawdziło, albowiem niedługo potem rzeczywiście znaleziono taką formę w Pamirze.

Inny przykład mamy u pszenicy. Przez długi czas nie wiedziano o istnieniu formy ozimej *Triticum durum*. Na podstawie jednak analogji z innymi gatunkami pszenicy, posiadającymi formy ozime i jare, zrobiono przypuszczenie, że podobne formy powinny być i u *Triticum durum*, co się wkrótce istotnie sprawdziło.

Powyższe fakty potwierdzają wnioski Wawiłowa, sformułowane w postaci prawa szeregów homologicznych. Prawo to głosi, że:

1. Gatunki i rodzaje genetycznie bliskie charakteryzują się podobnymi szeregami zmienności dziedzicznej z taką prawidłowością, że, znając szereg form jednego gatunku, można przewidzieć znalezienie takich samych form u innych gatunków i rodzajów. Im bliższy układ genetyczny w ogólnym systemie mają rodzaje i linneony, tem większe jest podobieństwo w ich szeregach zmienności.

2. Całe rodziny roślin charakteryzują się naogół pewnym cyklem zmienności, przechodzącej przez wszystkie rodzaje, składające się na te rodziny.

Schematycznie prawo to przedstawia się następująco:

$$R_1a + R_1b + R_1c + R_1d + R_1e + R_1f + \dots = R_1(a + b + c + d + e + f + \dots)$$

$$R_2a + R_2b + R_2c + R_2d + R_2e + R_2f + \dots = R_2(a + b + c + d + e + f + \dots)$$

$$R_3a + R_3b + R_3c + R_3d + R_3e + R_3f + \dots = R_3(a + b + c + d + e + f + \dots)$$

Każdy szereg przedstawia tu jeden gatunek. Poszczególne gatunki składa się z całego szeregu ras ( $a, b, c, d, e, i \text{ t. d.}$ ), mających wszystkie wspólną cechę ( $R_1, R_2$  lub  $R_3$ ), charakteryzującą całość gatunku. Cechy te, t. zw. pierwiastki, jako wspólne wszystkim członom szeregu, można wyłączyć przed nawias. W nawiasach pozostają więc takie cechy, które są charakterystyczne dla pewnych tylko ras.

Porównując poszczególne szeregi, oznaczające gatunki, widać, że różnią się one między sobą jedynie swymi pierwiastkami ( $R_1, R_2$  i  $R_3$ ), t. j. cechami, charakteryzującymi gatunki te w całości, odnośnie zaś cech, dotyczących poszczególnych

ras (znaki w nawiasie), mogą one być wspólne dla różnych gatunków.

Tak np. przy porównaniu pszenicy zwyczajnej (*Triticum vulgare*) z orkiszem (*T. spelta*), pierwiastkiem *T. vulgare*, t. j. cechami, charakteryzującymi całość tego gatunku, jest giętkość osadki kłosowej i łatwe wypadanie ziarna z plew, pierwiastkiem zaś *T. spelta* jest sztywność osadki kłosowej oraz ściśle przyleganie plew do ziarna, które z nich nie wypada. Inne cechy, jak obecność lub brak ości, omszenie plew, barwa kłosa, kolor ziarna — są wspólne dla obu gatunków. Charakteryzują one poszczególne rasy obu gatunków, to też nie mogą służyć do odróżnienia tych ostatnich.

Tak się przedstawia prawo szeregów homologicznych. Zdaniem Wawiłowa, prawu temu podlega zmienność nie tylko gatunków, rodzajów i bliskich rodzin, lecz również zmienność rodzin, nie związanych genetycznie, a nawet różnych klas. Inne stanowisko w kwestji tej zajmuje Filipczenko. Uważa on, że powyższe twierdzenie Wawiłowa jest zbyt daleko posunięte. Równoległość morfologiczna, czy też paralelizm morfologiczny, wyższych grup systematycznych, jest, zdaniem jego, zjawiskiem zupełnie innym, niż paralelizm jednostek niższych.

Współczesny zoolog angielski Punnett, charakteryzując stan obecny biologji, powiada, że znajduje się ona w tem samem położeniu, co i chemja wówczas, kiedy Dalton wykrył prawo stosunków wielokrotnych. Cechą wspólną jest tu nieciągłość. W chemji rozchodziło się o nieciągłość budowy materji, w biologji zaś — o nieciągłość w zmienności istot żywych. Rozwój chemji nastąpił dzięki teorii atomistycznej i perjodycznemu układowi pierwiastków Mendelejewa. Taką samą drogą rozwojową ma również postępować biologja. Znaczenie układu perjodycznego Mendelejewa w chemji posiada w biologji prawo szeregów homologicznych Wawiłowa, na czem właśnie polega jego doniosłość. Prawo to daje możliwość doskonalszego usystematyzowania ogromnej zmienności form w świecie żywym. Przewiduje ono poza tem istnienie form, dotychczas nie spotykanych. Prawdliwość zmienności biologicznej, wynikająca z prawa Wawiłowa, ma również znaczenie i dla selekcji praktycznej, daje bowiem przy różnych

krzyżówkach wskazówki co do ewentualnego ich wyniku, przepowiada więc powodzenie względnie zawód pewnej kombinacji krzyżowania.

Na zakończenie wracamy znowu do pytania, postawionego wyżej, t. j. czy prawo szeregów homologicznych *Wawiłowa* jest podstawowym prawem zmienności grupowej, na wzór prawa *Quetelet'a* przy zmienności indywidualnej. Należy stwierdzić, że obecnie definitywnej odpowiedzi dać na to jeszcze nie można. Prawo *Quetelet'a* dotyczy zarówno cech jakościowych, jak i ilościowych, jest więc prawem zupełnym, obejmującym wszystkie przejawy i cechy badanych osobników. Prawo *Wawiłowa* dotyczy wyłącznie cech jakościowych, nie uwzględniając prawie zupełnie strony ilościowej. Dopiero gdy się sprawdzi prawo to w zastosowaniu do cech ilościowych, należy się spodziewać, że da ono prawdziwy i zupełny obraz zmienności grupowej.

#### L I T E R A T U R A.

1. J. Filipczenko: *Izmiencziwost' i metody jejo izuczenia*. Gosizd 1927.
2. E. Malinowski: *Dziedziczność i zmienność*. Lwów 1927.
3. J. Paczowski: *Wstęp do fitogenji*. Poznań 1929.
4. S. Żegałow: *W wiedzenie w sielekcju sielsko-chozajstwiennych rastienij*. Gosizd 1927.



W. TRZEBIATOWSKI

## O przemianach fizyko-chemicznych w metalach i ich stopach.

### I. Wstęp.

W ostatnim dziesięcioleciu coraz to liczniejsi badacze dążą do poznania zjawisk, zachodzących w fazie stałej, przede wszystkim zaś w metalach. W przeciwieństwie bowiem do systematycznych badań, prowadzonych od początku rozwoju fizyko-chemji nad problemami, związanymi z zachowaniem się i właściwościami faz płynnych lub gazowych, do niedawna znajomość przejawów „życiowych“ fazy stałej była w porównaniu do tych pierwszych niezmiernie ograniczoną. Było to następstwem decydującego wpływu, jaki na umysły wszystkich chemików wywierało w ciągu całego ubiegłego stulecia prawo Dalton'a stosunków prostych i wielokrotnych. Twórczość chemików była niemal wyłącznie zwrócona w kierunku syntezy i badania związków chemicznych, które jak się zdawało, bez zastrzeżeń prawu temu były posłuszne. Obowiązująca poza tem zasada alchemiczna „*corpora non agunt, nisi soluta sint*“ powodowała również, że owe związki chemiczne badano przede wszystkim w postaci ich roztworów wodnych lub w takich warunkach, kiedy występowanie fazy ciekłej było przynajmniej bardzo prawdopodobne.

W ten sposób nagromadzony został niezmiernie obfity materiał doświadczalny, z którego dowolnie mogli czerpać fizyko-chemicy. Dalszą konsekwencją tego stanu rzeczy był jednakże fakt, iż z początkiem bieżącego stulecia niemal zu-

pełnie odłogiem leżały wszelkie badania nad fazami stałymi. Tu bowiem właśnie pierwszorzędną rolę odgrywają ciała, nie posiadające stałego składu, a więc roztwory stałe, a poza tem występują np. u metali związki chemiczne, które źle lub zupełnie nie odpowiadają zwykłym pojęciom wartościowości chemicznej ich składników. Uwaga badaczy była od nich zupełnie odwrócona, mimo że w przyrodzie roztwory stałe stanowią obok właściwych związków chemicznych bardzo istotne składniki skorupy ziemskiej.

Ten stan rzeczy trwałby zapewne jeszcze dłużej, gdyby nie potężny rozwój metalurgji, przede wszystkim żelaza, który zwrócił już u schyłku ubiegłego stulecia uwagę takich badaczy, jak R. Austin, Osmond, Le Chatelier i inni, na zjawiska, zachodzące w fazie stałej. Autorzy ci w pierwszym rzędzie byli zmuszeni zająć się opracowaniem metod badawczych dla faz stałych, odbiegających od normalnych badań chemicznych, w których przede wszystkim metody fizyczne (analiza termiczna, własności mechaniczne, przewodnictwo elektr. i t. p.) okazały się najodpowiedniejszymi. Metody te zostały następnie z biegiem czasu szczególnie w pracowni Le Chatelier'a w Paryżu znacznie udoskonalone. Z drugiej zaś strony szkoła G. Tammann'a w Getyndze przystąpiła do poznania procesów i opracowania praw, według których powstają z faz ciekłych fazy stałe, w których następnie dokonują się dalsze przemiany. Badania te doprowadziły do ustalenia wielkiej ilości układów dwu i więcej składnikowych, najczęściej metali, stwarzając w ten sposób fundament pod nowy dział fizyko-chemji, który o ile dotyczy metali, nosi nazwę metalografji, względnie przy ogólniejszem traktowaniu zagadnienia nazywany jest ostatnio również metaloznawstwem.

## II. Pojęcie i podział przemian w fazach stałych.

Od początku bieżącego stulecia zaczęto więc przysparzać nauce obszerny materiał doświadczalny, ułatwiający poznanie i klasyfikowanie zjawisk, zachodzących w fazie stałej. Okazało się, że mimo tej zewnętrznie trwałej i sztywnej budowy, jaką tworzą atomy ciał stałych, związane w charakterystyczną im sieć przestrzenną, zdolne są one nieraz w temperaturach stosunkowo bardzo niskich do daleko idących przemian, które po-



legają bądź to na zmianie ułożenia atomów, a więc na zmianie architektury budowy faz stałych, bądź to na zmianach w samych atomach, stanowiących ich elementarne jednostki budowy. Z przemianami temi wiążą się zazwyczaj daleko idące zmiany ich własności fizyko-chemicznych, a więc np. wytrzymałości, twardości, własności elektrycznych i magnetycznych, odporności na korozję i t. p., które są decydujące przy zastosowaniu praktycznym, szczególnie właśnie metali. Ten ostatni wzgląd przedewszystkiem też sprawił, że w studjach nad poznaniem faz stałych metalom i ich stopom poświęcano stosunkowo najwięcej uwagi.

Decydującym jednak wypadkiem, który zapewnił tej gałęzi wiedzy jak najtrwalsze podstawy teoretyczne, było niewątpliwie odkrycie, dokonane przez M. Laue'go, W. Friedrich'a i P. Knipping'a, którzy stwierdzili, iż promienie Roentgen'a po odbiciu się od sieci przestrzennej ciał kryształicznych ulegają interferencji, przyczem z położenia prążków interferencyjnych można w prosty sposób wnioskować o jej strukturze. W ten sposób stworzone zostały początki roentgenograficznej analizy strukturalnej, która odtąd stanowi nieodzowny środek pomocniczy we wszelkich badaniach nad strukturą i przemianami faz stałych, w szczególności zaś metali oraz ich stopów. Te ostatnie odznaczają się bowiem bardzo prostą budową krystalograficzną, która znacznie tego rodzaju badania ułatwia.

Wspomniałem już pokrótce, iż rozróżnić należy przemiany dwojakiego rodzaju. Do pierwszej kategorii z nich zaliczyć można te, które polegają na istotnej przebudowie fazy stałej, t. zn. związane są z przeszeregowaniem atomów w nowy typ sieci przestrzennej. Są to więc właściwe przemiany polimorficzne, z którymi wiąże się przekryształizowanie ciała stałego i które przebiegają dwufazowo. Do drugiej kategorii zaliczyć należy te przemiany, przy których faza stała zachowuje wprawdzie swoją postać krystalograficzną, względnie tylko nieznacznie zmienia parametr sieci przestrzennej, a mimo to własności fizyko-chemiczne ulegają wybitnej zmianie. Przemiany te są przedewszystkiem charakterystyczne dla stanu metalicznego. Do najbardziej znanych z pośród nich zaliczyć należy t. zw. punkty Curie'go, które odznaczają się przedewszystkiem tem, że

metal lub stop traci własności ferromagnetyczne, przechodząc w ciało paramagnetyczne. Do tej kategorii należą także wszystkie przemiany w stopach, które związane są ze zmianą rozmieszczenia atomów w sieci przestrzennej (przy zachowaniu jej charakterystycznej formy), kiedy to np. dwa rodzaje atomów, tworzące roztwór stały, a więc obsadzające sieć przestrzenną w sposób statystycznie nieuporządkowany, przyjmują w niej położenia ściśle określone, co również pociąga za sobą daleko idące zmiany własności fizyko-chemicznych.

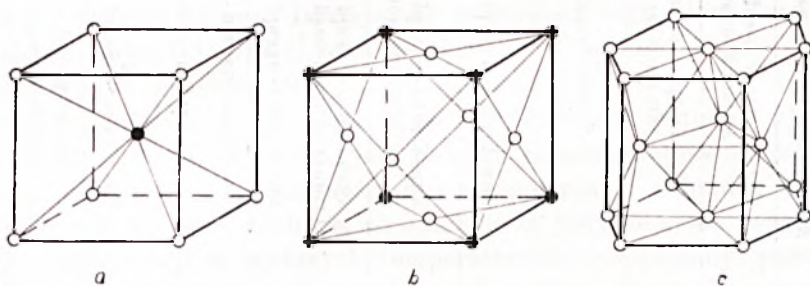
Prócz powyższych zasadniczych przemian strukturalnych należy jeszcze zaznaczyć, że metale i ich stopy są zdolne zmieniać wybitnie swe własności fizyko-chemiczne dzięki obróbce mechanicznej, a więc przez kucie, walcowanie i przeciąganie, które to działania obejmujemy ogólną nazwą zgniotu. Znamiona i skutki zgniotu zanikają jednakże przeważnie po ogrzaniu tych ciał do dostatecznie wysokich temperatur, przy czym ulegają one t. zw. rekrytalizacji.

Rozważania dalszych ustępów odnosić się jednakże będą wyłącznie do takiego stanu fizycznego metali lub stopów, w którym zjawiska, towarzyszące zdefiniowanym powyżej przemianom, nie są komplikowane przez zgniot, który wymagałby zupełnie oddzielnego traktowania.

### 1. Przemiany polimorficzne i magnetyczne w fazach metalicznych.

Wiadomą jest rzeczą, iż szereg cennych właściwości, wśród nich przedewszystkiem plastyczność, metale i ich stopy zawdzięczają swej budowie krystalicznej, zaliczanej do najwyższej symetrycznych z pośród wszystkich możliwych form. Przeważna liczba metali czystych, wzgl. faz stałych, jakie powstają w ich układach więcej składowych, krystalizuje w układzie regularnym i to w typie sieci przestrzennej płasko — względnie przestrzennie centrycznym (rys. 1). Mniej liczni są już przedstawiciele układu heksagonalnego, znowu jednakże występujący w formie holodrycznej, a zaledwie kilka z nich zalicza się do układu tetragonalnego wzgl. trygonalnego. Nie wynika jednakże stąd, iż metal pierwiastek związany jest wyłącznie z jedną postacią krystalograficzną. Wprost przeciwnie, cały szereg z pośród nich może występować więcej niż w jednej fazie, posiada

więc t. zw. odmiany alotropowe. Egzystencja poszczególnych odmian związana jest z pewnym zakresem temperatur: poniżej temperatury przemiany stabilną jest jedna forma, powyżej druga. W punkcie zaś przemiany, jak tego wymaga reguła faz Gibbs'a, koegzystować czyli w stanie równowagi termodynamicznej znajdować się muszą obie. Przemiana ta następuje więc dwufazowo. Mechanizm jej, podany przez G. Tamman'a (1), jest zupełnie prosty i należy go sobie przedstawić w ten sposób, że w obrębie fazy  $\alpha$  po dojściu do temperatury przemiany tworzą się ośrodki krystalizacyjne fazy  $\beta$ , które rozrastają się kosztem pierwszej. Własności fizyko-chemiczne zmieniają się w punkcie przemiany skokowo, przyczem



Rys. 1.

Trzy podstawowe w fazach metalicznych spotykane typy sieci przestrzennej: *a* — regularny przestrzenno-centryczny; *b* — regularny płasko-centryczny; *c* — heksagonalny, najgęściej wypełniony.

zaobserwować się dają zjawiska przegrzania wzgl. przechłodzenia. Z tego rodzaju nieciągłości, obserwowanych na krzywych: własność fiz.-chem. — temperatura, wnioskuje się właśnie o egzystencji odmian alotropowych. W tym wypadku należy jednak zwracać szczególną uwagę na czystość badanego ciała, gdyż już ślady obcych domieszek mogą podobne zjawiska również wywołać. Ścisły dowód istnienia odmian alotropowych można jedynie uzyskać przy pomocy badań roentgenograficznych, przeprowadzonych na preparacie ogrzanym poniżej, a następnie powyżej temperatury domniemanej przemiany. W wypadku pozytywnym otrzymuje się roentgenogramy, oddające dwa różne typy sieci przestrzennej, właściwe obu odmianom.

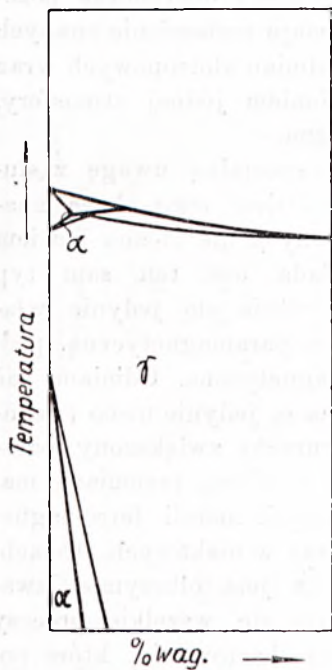
Tabela odmian alotropowych i magnetycznych pierwiastków metalicznych.

Metal	Odmiana	Układ krystal. względnie typ sieci przestrzennej	Temperatury egzystencji °C	U w a g i:
Wapń	$\alpha$ $\beta$	regul. płasko-centryczny pseudo-regularny	— 430° — p. topl.	
Mangan	$\alpha$ $\beta$ $\gamma$	tetraedr.-płasko-centryczny " " regul. płasko-centryczny	742° — 1191° — 1191° p. topl.	
Żelazo	$\alpha$ $\beta$ $\gamma$ $\delta$	regul. płasko-centryczny " " " " przestżennocentrycz. " " płasko-centryczny	— 769° — 906° — 906° — 1401° — 1401° p. topl.	Odmiana paramagn. <i>Fe<math>\alpha</math></i> c. d. <i>Fe<math>\alpha</math></i>
Kobalt	$\alpha$ $\beta$ $\gamma$	heksagonalny regul. płasko-centryczny " " " "	— 450° — 450° — 1128° — 1128° p. topl.	Odmiana paramagn. <i>Co<math>\beta</math></i>
Nikiel	$\alpha$ $\beta$	regul. płasko-centryczny " " " "	— 356° — 356° p. topl.	Odmiana paramagn. <i>Ni<math>\alpha</math></i>
Cyna	$\gamma$ $\alpha$ $\beta$	regularny tetragonalny ?	— 12° — 203° — 203° p. topl.	
Antymon	$\alpha$ —	trygonalny bezpłostaciowy	— p. topl. ?	Odmiana eksplozyjna
Tal	$\alpha$ $\beta$	heksagonalny regul. płasko-centryczny	— 225° — 225° p. topl.	
Wolfram	$\alpha$ $\beta$	regul. przestżennocentryczny " " własny typ	— 650° — 650° p. topl.	

Tego rodzaju badania sprawiły, że u całego szeregu metali, jak np. *Al*, *Zn*, *Cd*, *Bi*, *Si*, *Ge*, *Ti*, u których na podstawie dawniejszych badań przyjmowano wzgl. przynajmniej podejrzewano istnienie odmian alotropowych, zostało definitywnie stwierdzonem, że występują one aż do temperatury topliwości jedynie pod jedną postacią krystalograficzną. Nowsze badania roentgenograficzne doprowadziły natomiast do wykrycia odmiany alotropowej u wolframu, która dotychczas pozostawała nieznaną. Powyższa tabela podaje zestawienie znanych dzisiaj u pierwiastków metalicznych odmian alotropowych wraz z ich zakresami egzystencji pod ciśnieniem jednej atmosfery, a zarazem i ich przemiany magnetyczne.

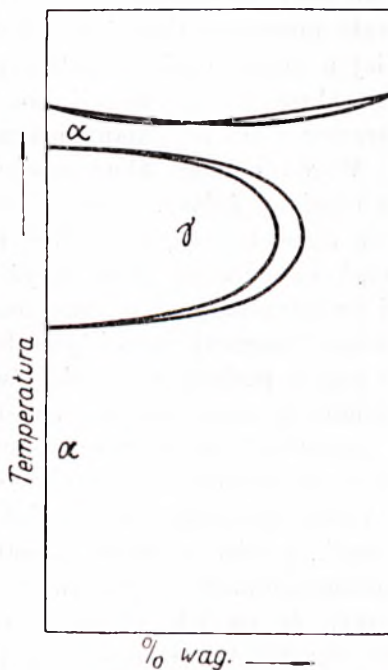
Wśród odmian alotropowych na specjalną uwagę zasługują odmiany żelaza. Istnieje ich w ścisłym tego słowa znaczeniu dwie, t. j.  $\alpha$  ( $\beta$ ,  $\delta$ ) oraz  $\gamma$ . Odmiany  $\beta$  nie można bowiem uważać za odrębną fazę, gdyż posiada ona ten sam typ sieci przestrzennej co  $\alpha$ , natomiast odróżnia się jedynie własnościami magnetycznymi, jest bowiem paramagnetyczną, podczas gdy  $\alpha$  posiada własności ferromagnetyczne. Odmiana zaś  $\delta$  posiada tę samą budowę, co odmiana  $\alpha$ , jedynie nieco (wskutek egzystencji w wyższych temperaturach) zwiększony parametr sieci przestrzennej. Podobne jak u żelaza, przemiany magnetyczne spotykane są również u innych metali ferromagnetycznych, a więc u niklu i kobaltu oraz w niektórych stopach. Znaczenie odmian alotropowych żelaza jest olbrzymie, zważywszy, że na ich istnieniu opierają się wszelkie procesy t. zw. obróbki termicznej stali, jak np. hartowanie, które pozwalają w wysokim stopniu zmieniać jej własności mechaniczne. W miarę aljażowania żelaza z innymi pierwiastkami, np. z chromem, wolframem, molibdenem, krzemem, tytanem, które posiadają zdolność tworzenia z żelazem czystym wzgl. nawęglonem roztworów stałych, temperatury przemian alotropowych ulegają zmianie (2). I tak powyższe pierwiastki podwyższają temperaturę przemiany  $\alpha$ — $\gamma$ , obniżają zaś temperaturę przemiany  $\gamma$ — $\delta$ , co przy większych ich procentowych zawartościach doprowadza w konsekwencji nawet do zamknięcia się pola egzystencji roztworu stałego w *Fe* $\gamma$ , tak iż przemiany te w zupełności mogą zniknąć (rys. 3). Inne zaś, jak np. nikiel, kobalt i mangan, posiadają zdolność obniżenia przemiany

$\alpha$ — $\gamma$  do temperatur nawet poniżej normalnych leżących, tak iż w tym wypadku otrzymać można w zwykłych temperaturach stal o budowie sieci płasko-centrycznej ( $\gamma$ ), a więc nie magnetyczną, gdyż ferromagnetyzm związany jest z fazą  $\alpha$ , przestrzennie centryczną (rys. 2). Szczególną jednakże uwagę należy zwrócić na rolę, jaką odgrywa w żelazie węgiel, stano-



Rys. 2.

Typ układu dwu-składnikowego Fe—X, obniżającego temperaturę przemiany  $\alpha$ — $\gamma$ , podwyższającego temperaturę przemiany  $\alpha$  ( $\delta$ )— $\gamma$ .

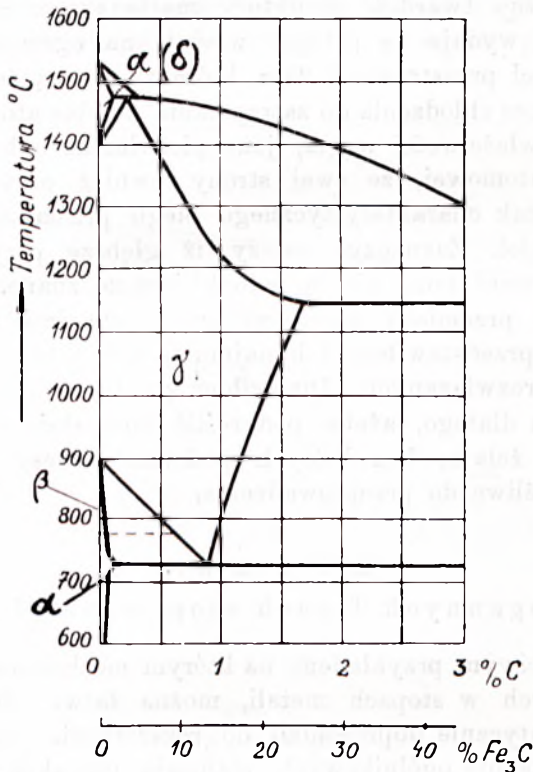


Rys. 3.

Typ układu dwu-składnikowego Fe—X, podwyższającego temperaturę przemiany  $\alpha$ — $\gamma$ , obniżającego temperaturę przemiany  $\alpha$  ( $\delta$ )— $\gamma$ .

wiący jego stałą domieszkę z procesów metalurgicznych (rys. 4). Aljażowany w ilościach 0,2—1,6% z żelazem powoduje nie tylko poszerzenie pola egzystencji odmiany  $\gamma$ , lecz uzależnia jeszcze położenie przemiany  $\gamma$ — $\alpha$  od dalszego czynnika, mianowicie od chyżości ostygnięcia. Jeżeli bowiem aljaż o powyższym składzie, czyli t. zw. stal węglistą, ostudzimy z dosta-

tecznie wysokich temperatur (z obszaru egzystencji odmiany  $\gamma$ ) bardzo gwałtownie, to przemiana  $\gamma-\alpha$  zajdzie dopiero w temperaturach o kilkaset stopni obniżonych. Nie wystarcza wówczas czasu, ażeby atomy węgla, znajdujące się w wyższych temperaturach w roztworze stałym z  $Fe\gamma$ , wyemigrowały przy przemianie  $\gamma-\alpha$  z jego sieci przestrzennej i utworzyły wła-



Rys. 4.  
Układ żelazo-węgiel.

ściwy trwały związek chemiczny, karbidek  $Fe_3 C$ . Zostają one wtedy zamrożone w sieci przestrzennej  $Fe\alpha$ , która nie posiada dla nich rozpuszczalności w tej mierze i w warunkach normalnych roztworu stałego z węglem niemal że nie tworzy ( $\beta$ ). Uzyskuje się tą drogą charakterystyczną strukturę stali zahartowanej, zwaną martenzytyczną, która odznacza się wybitną

twardością. Po ogrzaniu jej do dostatecznie wysokich temperatur, termodynamicznie metastabilna (dlatego nie można oddać jej pola egzystencji w diagramie  $Fe-C$ ) struktura martenzytyczna zanika i stal znowu mięknie (zostaje odpuszczoną), przechodząc poprzez liczne stadia pośrednie do właściwej, przez układ  $Fe-C$  przewidzianej, heterogennej struktury, złożonej z  $Fe\alpha$  i  $Fe_3C$ .

Wybitna twardość struktury martenzytycznej stali zahartowanej wydaje się polegać właśnie na ogromnych naprężeniach sieci przestrzennej  $Fe\alpha$ , która zmuszoną została przez szybki proces chłodzenia do zatrzymania w sobie atomów węgla. Specjalne właściwości węgla, jako pierwiastka o bardzo małej objętości atomowej, ze swej strony również przyczyniać się muszą do tak charakterystycznego biegu przemian w stopach żelazo-węgiel. Zaznaczyć należy, iż głębsze przyczyny podobnego stwardnienia nie są jednak jeszcze znane. Tak samo mechanizm przemiany martenzytycznej nie jest tak prosty, jak go tu przedstawiłem, i bynajmniej nie należy do problemów już rozwiązanych. Omówiłem go tu pokrótce przede wszystkim dlatego, ażeby podkreślić doniosłość odmian alotropowych żelaza, bez których podobne procesy wogóle nie byłyby możliwe do przeprowadzenia.

## 2. Przemiany

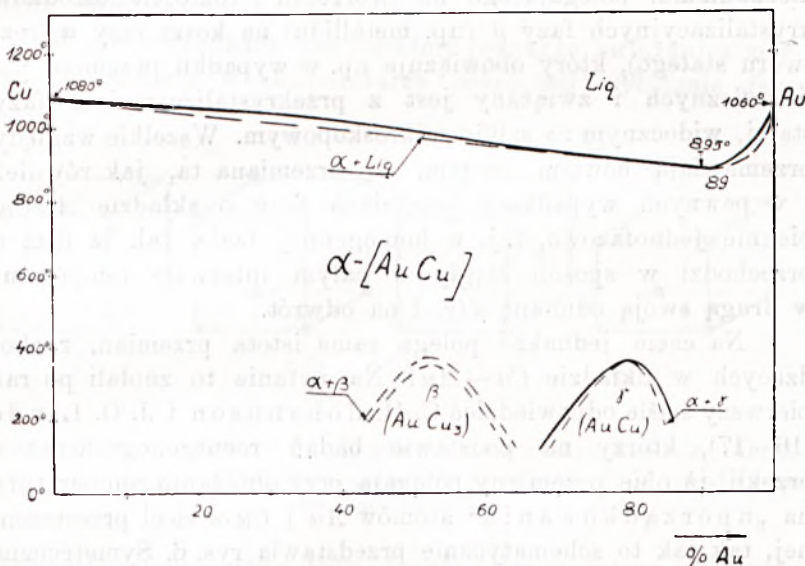
w homogennych fazach stopów metalicznych.

Właściwym przykładem, na którym mechanizm przemian, zachodzących w stopach metali, można łatwo bliżej śledzić i który faktycznie doprowadził do rozszerzenia pojęć do niedawna zupełnie ogólnikowych, stanowią jednakże przemiany, spotykane w układzie miedź — złoto. Bliższe poznanie tychże, które zawdzięczamy całemu szeregowi prac N. Kurnakow'a, M. Le Blanc'a, G. Grube'go, W. Gorsky'ego, G. Sachs'a, U. Dehlinger'a i innych (4—15) przyczyniło się nie tylko do opanowania ciekawych szczegółów tego układu, ale rzuciło również światło na samą istotę i mechanizm przemian, które pozostawały dotychczas zupełnie niewyjaśnione. Zdają się one poza tem blisko łączyć z pewną kategorią przemian, stanowiących podstawę procesów t. zw. starzenia, które



doprowadzają do umocnienia stopów lekkich aluminium i manganu, odgrywających w technice coraz to poważniejszą rolę. Powyższe względy przemawiają dostatecznie za tem, ażeby stopom miedzi ze złotem poświęcić baczniejszą uwagę i właśnie na tym przykładzie omówić kilka zasadniczych problemów, pozostających w związku z przemianami faz metalicznych.

Układ miedź — złoto (rys. 5) początkowo uważany był za przykład tworzenia przez dwa te metale nieprzerwanego ciągu roztworów stałych. W istocie w ten sposób przedstawia



Rys. 5.

Układ miedź-złoto.

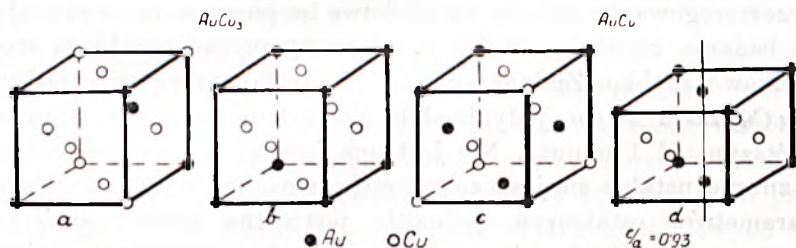
się on w temperaturach wyższych, kiedy to po przekroczeniu linii fazy stałej (kreskowana) faza ciekła krzepnie w zupełności. Jednakże już przy powtórnym badaniu tegoż układu przez N. Kurnakow'a i jego współpracowników (5) badacze ci zauważyli na niektórych krzywych ostygnięcia, wzgl. izoterm oporu elektrycznego, nieregularności, które wskazywały, że w fazie stałej, a szczególnie w zakresie składu ilościowego, odpowiadającemu 1 at. Au na 3 at. Cu oraz 1 at. Au na 1 at. Cu, zachodzą pewne przemiany. Przyczynę tych zjawisk upa-

trywano w rozpadzie roztworów stałych w temperaturach około  $400^{\circ}\text{C}$  leżących na odpowiednie związki międzymetaliczne, jak  $AuCu_3$  wzgl.  $AuCu$ , które ze swej strony znowu są zdolne do tworzenia z nadmiarem  $Au$  lub  $Cu$  roztworów stałych. Tego rodzaju pogląd w zasadzie mógłby być uważany za słuszny, gdyby nie fakt, że przemiana roztworu stałego o składzie  $AuCu_3$  zachodzi, jak to szczegółowo będzie wyjaśnione, w homogennej fazie, podczas gdy utworzenie metallidu (związku międzymetalicznego) wymaga faktycznie przemiany, biegnącej dwufazowo. Nie stosuje się więc do tego rodzaju przemian mechanizmu, polegającego na tworzeniu i rozroście ośrodków krystalizacyjnych fazy  $\beta$  (np. metallidu) na koszt fazy  $\alpha$  (roztworu stałego), który obowiązuje np. w wypadku przemian polimorficznych i związany jest z przekrystalizowaniem fazy stałej, widocznym na szlifie mikroskopowym. Wszelkie względy przemawiają bowiem za tem, że przemiana ta, jak również i w pewnych wypadkach przemiana fazy o składzie  $AuCu$ , biegnie jednofazowo, t. j. w homogennej fazie, tak iż faza  $\alpha$  przechodzi w sposób ciągły w całym interwale temperatur w drugą swoją odmianę  $\beta$  ( $\gamma$ ) i na odwrót.

Na czem jednakże polega sama istota przemian, zachodzących w układzie  $Cu - Au$ ? Na pytanie to zdołali po raz pierwszy ściśle odpowiedzieć C. H. Johansson i J. O. Linde (16—17), którzy na podstawie badań roentgenograficznych orzekli, iż obie przemiany polegają przy obniżaniu temperatury na „uporządkowaniu” atomów  $Au$  i  $Cu$  w sieci przestrzennej, tak jak to schematycznie przedstawia rys. 6. Symetryczne bowiem ułożenie atomów  $Au$  i  $Cu$  w ten sposób, iż w wypadku  $AuCu_3$  naroża sześcianu zajmują atomy  $Au$ , środki jego płaszczyzn atomy  $Cu$ , w wypadku  $AuCu$  zaś odwrotnie, daje jako t. zw. nadstruktura początek nowym linjom interferencyjnym w diagramie roentgenowskim, po których mogą być one rozpoznane. Możliwość tego rodzaju regularnego ułożenia atomów w sieci przestrzennej stopów metalicznych została już w roku 1920 na podstawie badań nad działaniem odczynników chemicznych na nie przyjęta przez G. Tammanna (1), który na tej podstawie stworzył teorię granic rezystencji. Dopiero jednakże badania roentgenograficzne powyższych autorów zdołały tego rodzaju schemat rozmieszczenia atomów w podobnych prze-

m ianach, zachodzących poza tem jeszcze, jak to dotychczas stwierdzone, w układach  $Cu - Pt$  i  $Cu - Pd$ , ściśle udowodnić. „Uporządkowanie“ fazy o składzie  $AuCu$  związane jest jeszcze z pewną nieznaczną zmianą symetrii sieci przestrzennej, sześcian przechodzi bowiem w prostopadłościan o stosunku osi  $c:a = 0,93$ , podczas gdy w wypadku  $AuCu_3$  następuje tylko kontrakcja parametru rzędu  $0,1\%$ . Na skutek tego drugą z tych przemian ( $AuCu$ ) zaobserwować można mikroskopowo w szlifie, podczas gdy przemiana  $AuCu_3$  przebiega, jak to już podkreślano, w homogennej fazie i pozostaje w szlifie, podobnie jak i przemiany magnetyczne, niewidoczną.

W obu wypadkach nie jesteśmy jednakże związani z możliwością badania w temperaturze pokojowej wyłącznie fazy



Rys. 6.

Schemat rozmieszczenia atomów  $Au$  i  $Cu$  w fazach o składzie  $AuCu_3$  i  $AuCu$ .  $a, c$  — odmiany statystycznie „nieuporządkowane“,  $b, d$  — odmiany „uporządkowane“.

„uporządkowanej“, jako termodynamicznie wówczas stabilnej, przemiany te ulegają bowiem łatwo zjawiskom przechłodzenia. Jeżeli stopy o składzie  $AuCu_3$  wzgl.  $AuCu$  z temperatur dostatecznie wysokich, a więc powyżej  $400^\circ C$ . leżących, kiedy przedstawiają one roztwory stałe o statystycznie nieuporządkowanym rozmieszczeniu atomów, ostudzimy gwałtownie, n. p. przez zanurzenie w zimnej wodzie, wówczas otrzymamy i w temperaturze pokojowej stan „nieuporządkowany“, który dopiero przez ogrzanie będzie można stopniowo przeprowadzać w odmianę „uporządkowaną“. W ten sposób można własności obu tych odmian wygodnie poznać, a poza tem, zamrażając stan równowagi z różnie wysokich temperatur w pobliżu  $400^\circ C$ . leżących, uchwycić wszystkie stadja przejściowe między obu

powyższymi odmianami krańcowymi, co ze względu na poznanie mechanizmu przemiany jest bardzo istotne. Badania podobne przeprowadzone zostały nie tylko na materiale polikrystalicznym (9), ale również i na okazach kryształów pojedynczych, które ułatwiają badania roentgenograficzne (10—12). W obu wypadkach kinetyka tych przemian, zdaje się być poza tem różną. Rozważania poniżej przedstawione odnosić się będą w pierwszym rzędzie do zjawisk, studjowanych na kryształach pojedynczych, jakie ze stopów powyższego składu łatwo można uzyskać.

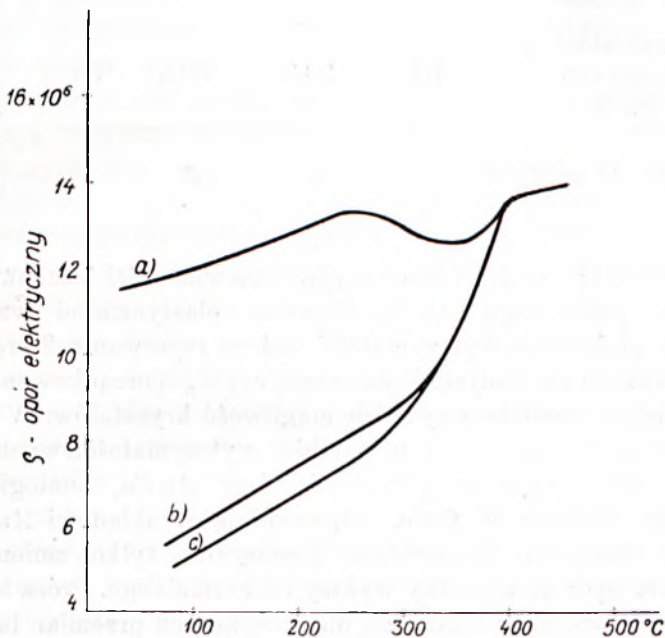
Okazuje się przedewszystkiem, że obie przemiany przebiegają wówczas w homogennej fazie i polegają na dwu zasadniczych niezależnie od siebie przebiegających procesach, a mianowicie: 1<sup>o</sup> na zmianie symetrii sieci przestrzennej, 2<sup>o</sup> na przeszerowaniu atomów na właściwe im pozycje. Jak wykazują to badania roentgenograficzne, pierwszy proces przebiega stosunkowo szybko. Zmiana symetrii na tetragonalną w wypadku  $AuCu$ , zaś u  $AuCu_3$  jedynie słaba kontrakcja następuje w czasie krótszym od 1 minuty. Nie jest ona jeszcze wówczas zupełna, t. zn. nie ustaliła się jeszcze symetria (stosunek  $c:a$ ) i wymiary parametrów ostateczne, jednakże pierwotna postać (sześciąt w wypadku  $AuCu$ ) i pierwotny wymiar parametrów sieci przestrzennej (w wypadku  $AuCu_3$ ) zanikły już w zupełności. Powyższy, jako pierwszy z kolei następujący, proces przebiega bez zmiany w samem ułożeniu atomów, które pozostawało nadal statystycznie nieuporządkowane. W następnej dopiero chwili, kiedy osiągnięta już została ostateczna symetria i definitywny wymiar sieci przestrzennej, zaczynają się pojawiać pierwsze znamiona nadstruktury, zaznaczające, iż rozpoczęły się procesy dyfuzji zawsze powolniej stosunkowo przebiegające, które rozmieszczają atomy  $Au$  i  $Cu$  na miejsca im ściśle przeznaczone. Znamiona powstającej nadstruktury, w diagramie roentgenowskim w tym wypadku wobec stosowania kryształu pojedynczego nie występujące jako linje, ale jako punkty, są jednak nadzwyczaj poszerzone. Stan ten, w którym więc symetria sieci przestrzennej jest już ostateczna, zaś „uporządkowanie“ atomów nastąpiło dopiero częściowo, odznacza się jako pewnego rodzaju stadium pośrednie w całej przemianie specjalnie większą trwałością oraz własnościami fizycznymi, które wybitnie wyróżniają go od krańcowych (12) (por. poniższą tabelę).

**Własności mechaniczne dwóch kryształów pojedynczych stopu o składzie  $AuCu$ .**

	Stadium pośrednie		Stadium uporządkowane		Cu
	I	II	I	II	
Granica plastyczności w $kg/mm^2$	60	56,6	3,6	8,3	1,9
Wytrzymałość na rozerwanie w $kg/mm^2$	64	70,3	32,5	35	15
Ciągliwość w %		6	35		90

Uderzają tu natychmiast wyjątkowe własności mechaniczne stadium pośredniego  $AuCu$ . Granica plastyczności wzrosła przeszło 15-krotnie, wytrzymałości zaś na rozerwanie 2-krotnie, w porównaniu do stadium końcowego, czyli „uporządkowanego“. Odpowiednio zmalała oczywiście ciągliwość kryształów. W przeciwieństwie do anormalnych wartości wytrzymałościowych stadium przejściowego w przemianie fazy  $AuCu$ , analogicznie istniejące stadium w fazie, odpowiadającej składowi  $AuCu_3$ , posiada własności mechaniczne nieznacznie tylko zmienione, natomiast opór elektryczny wyższy od normalnego. Prócz badań roentgenograficznych okazał się dla powyższych przemian bardzo charakterystycznym przebieg oporu właściwego (7). Wskazuje on (rys. 7) na szeroki interwał temperaturowy, w którym próbka (polikrystaliczna) w różnych stadjach przemiany przechodzi przy ogrzaniu w drugą swą odmianę „nieuporządkowaną“, trwałą w temperaturach wyższych od  $400^\circ$ . Stadium „uporządkowane“ zbliża się swym małym oporem właściwym do metali czystych, przyczem i własności mechaniczne zmieniają się w tym samym kierunku, t. j. własności wytrzymałościowe maleją, zaś ciągliwość wzrasta. Natomiast stadium przejściowe posiada opór właściwy o mniej więcej  $20\%$  większy, zamrożony zaś do temperatur normalnych stan „nieuporządkowany“ przeszło dwukrotnie większy opór właściwy, jakim zawsze odznaczają się roztwory stałe.

Dysponując powyższymi wynikami analizy roentgenograficznej i rezystometrycznej, wspomniani autorzy, przede wszystkim U. Dehlinger i L. Graf (12—13) oraz G. Sachs (11), byli w stanie podać model atomistyczny dla powyższego, swymi własnościami fizycznymi tak wybijającego się, stadjum pośredniego w przemianach  $AuCu$  i  $AuCu_3$ . Jak zaznaczono, w stadjum tem przebiegła już zmiana symetrii sieci przestrzennej,

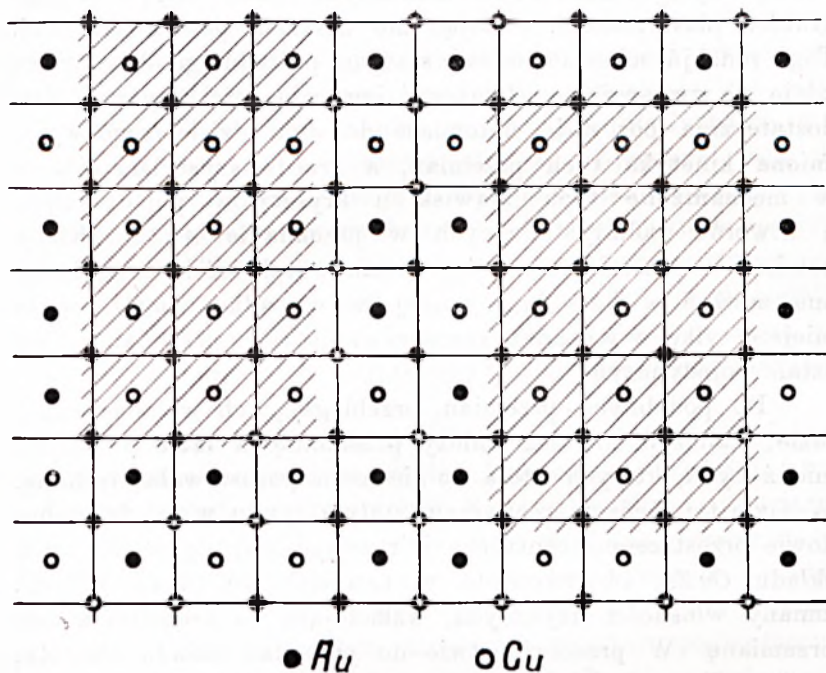


Rys. 7.

Przebieg zmian oporu wł. wraz z temperaturą dla fazy o składzie  $AuCu$  w trzech zasadniczych odmianach: *a* — odmiana „nieuporządkowana“; *b* — stadjum pośrednie; *c* — odmiana „uporządkowana“.

jedynie „uporządkowanie“ atomów zaszło dopiero częściowo. Ten ostatni fakt musi też być za zmiany własności fizycznych odpowiedzialny. Stadjum to oddaje schematycznie dla fazy o składzie  $AuCu$  rys. 8. Dla  $AuCu_3$  przedstawiałby się on analogicznie, o ile weźmie się pod uwagę różnice obu tych faz, wynikające z rys. 6. W części zakreskowanej jest już mniej więcej 80% atomów zaszeregowanych na ostatecznie im przynależne miejsca, część zaś środkowa oddaje te zakresy

sieci przestrzennej, w której atomy *Au* i *Cu* są jeszcze dowolnie statystycznie rozrzucone. Tego rodzaju schemat odpowiada tak wynikom analizy roentgenograficznej, jak i większemu oporowi właściwemu stadjum pośredniego, zarazem może on dać pewne wyobrażenie o przyczynach znacznego podówczas stwardnienia fazy *AuCu*. W stadjum pośrednim sieć przestrzenna posiada już strukturę ostateczną, t. zn. w wypadku



Rys. 8.

Schemat rozmieszczenia atomów *Au* i *Cu* w fazie o składzie *AuCu* w stadjum pośrednim.

*AuCu* przedstawia prostopadłościan o krawędzi boków  $a = 3,98 \text{ \AA}$ ,  $c = 3,72 \text{ \AA}$ , mimo iż procesy przemieszczenia atomów *Au* i *Cu* w stan ściśle „uporządkowany“, któremu ta ostateczna forma sieci jest właściwą, nie zostały jeszcze ukończone. Innymi słowami części „uporządkowane“ wymuszają na częściach „nieuporządkowanych“ swą własną i im jedynie odpowiednią strukturę. Prowadzi to w konsekwencji do ogólnego stanu naprężenia sieci przestrzennej. W przypadku *AuCu*, naprężenia

te są kulisto-symetryczne, gdyż w tym przypadku zmienia się jedynie nieznacznie parametr sieci przestrzennych. W wypadku natomiast *AuCu* zmiana symetrii jest znaczna (sześcián na prostopadłościan), tak iż powstają naprężenia styczne. Według hipotezy U. Dehlinger'a (13) te pierwsze, podobnie jak i wszechstronny nacisk na bryłę metalu, nie umacniają jej, podczas gdy ostatnie wybitnie zwiększają opór metalu przeciwko zewnętrznym działaniom mechanicznym, podwyższają więc jego granice plastyczności, nadając mu zarazem pewną kruchość. Tego rodzaju schemat budowy stadjum pośredniego obu odmian zdaje się wystarczająco tłómaczyć jego własności fizyczne. Niedostatecznie pozostaje natomiast do dnia dzisiejszego wyjaśniona kinetyka tych przemian, a przede wszystkim różnice w mechanizmie tych zjawisk u kryształów pojedynczych a utworów polikrystalicznych w przemianie *AuCu*. Kiedy bowiem w przemianie *AuCu*, niema wątpliwości, iż zachodzi ona zawsze w fazie homogennej, w wypadku *AuCu* ma to miejsce tylko w wypadku rozpatrywania tych przemian w kryształach pojedynczym.

Do podobnych przemian, przebiegających w homogennej fazie, zaliczyć również należy przemianę w fazie  $\beta$  układu miedź-cynk, których istota do niedawna pozostawała nieznaną. W fazie tej, będącej roztworem stałym cynku w miedzi o budowie przestrzenno-centrycznej, rozciągającej się w okolicach składu *CuZn*, obserwowano w temperaturze około 460° C. zmiany własności fizycznych, wskazujące na zachodzącą tam przemianę. W przeciwieństwie do przemian układu *Cu—Au*, ta ostatnia zachodzi jednakże z wielką chyżością i nie udaje się jej przechłodzić. Z drugiej strony równa niemal zdolność rozpraszania promieni roentgenowskich przez cynk i miedź sprawia, że tego rodzaju badania nie dają wyniku poza stwierdzeniem faktu, iż napewno nie jest to przemiana polimorficzna (18). Dopiero analiza strukturalna przemian analogicznej  $\beta$ -fazy w układzie srebro-cynk (19) wskazała na to, że w przypadku przemian *CuZn*, jak to potwierdzają wszelkie inne badania, należy również przyjąć, iż w temperaturach poniżej przemiany leżącej stabilną jest odmiana „uporządkowana“ ( $\beta'$ ), powyżej zaś odmiana „nieuporządkowana“ ( $\beta$ ). Wobec wielkiej chyżości jej przebiegu niepodobna poznać bliżej jej mechanizmu, jak to się stało w wypadku *CuAu*.



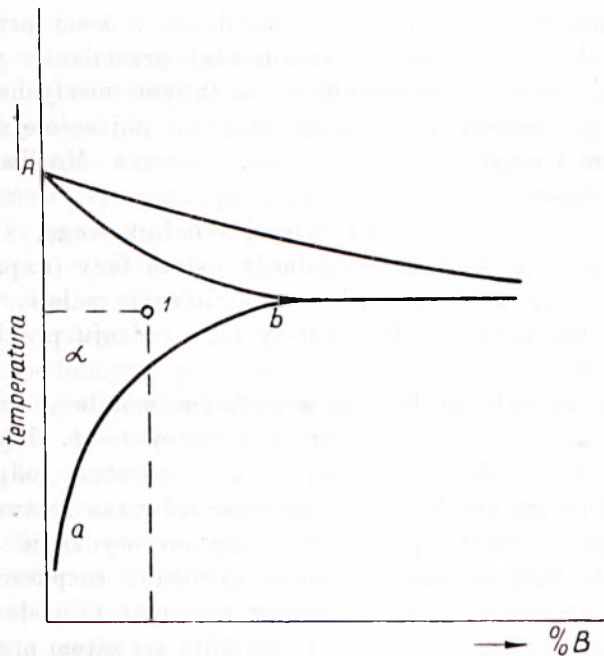
Dla odróżnienia jednofazowo od dwufazowo przebiegających przemian, a przede wszystkim ze względu na zasadnicze różnice w termodynamice tych zjawisk zaleca G. Tammann (20) znaczyć je w diagramach linjami kreskowanymi, jak to też na rys. 5 uczyniono.

### 3. Przemiany w procesach starzenia stopów metalicznych.

Zjawisko tak znacznego umocnienia stopu metali przez zgrupowanie atomów jego składników w sieci przestrzennej, nie ulegającej przytem zasadniczej przemianie, np. polimorficznej, wiąże zagadnienie to z innym niesłychanie doniosłym problemem umocnienia stopów, najczęściej lekkich (aluminium i magnezu), drogą t. zw. starzenia. Możliwości podobnego umocnienia uwarunkowane są zawsze pewnym specjalnym typem układu dwu lub więcej składnikowego, który odznacza się tem, że rozpuszczalność jednej fazy (n. p. metalu lub metallidu) w drugiej fazie metalicznej maleje wraz ze spadkiem temperatury. Najprostszy tego rodzaju przykład podaje rys. 9.

Rozpuszczalność fazy *B* w czystym metalu *A* zmniejsza się tu wraz z temperaturą według krzywej *a — b*. Jeżeli stop o pewnej zawartości procentowej *B* z temperatury, odpowiadającej rzędnej punktu 1, stanowiący więc wówczas roztwór stały, gwałtownie ostudzimy, to nie zdąży on wydzielić z siebie takiej ilości fazy *B*, jakiej wymaga jej różnica rozpuszczalności w fazie  $\alpha$  (roztworze stałym) między temperaturą podwyższoną a osiągniętą przez ostudzenie. Otrzymuje się zatem przesycony roztwór stały  $\alpha$ . Ogrzewając go następnie do temperatur — zawsze jednak znacznie niżej leżących od punktów przecięcia się odciętej, oddającej jego skład ilościowy, z krzywą rozpuszczalności — względnie nawet po dłuższem pozostawieniu go w zwykłej temperaturze (stąd nazwa starzenie), zauważyć się daje nieraz bardzo znaczny wzrost jego własności wytrzymałościowych. Stop uszlachetniony został drogą obróbki termicznej, polegającej na dwu procesach, t. zn. na szybkim studzeniu celem przesyconienia roztworu stałego i następnie na poddaniu go właściwemu starzeniu (w zwykłej lub podwyższonej temperaturze). Obróbka ta stanowi podstawę całego przemysłu stopów

lekkich. Pod różnemi nazwami jak: Duraluminium, Lautal, Scleron, Electron i t. p. kryją się stopy aluminium, wzgl. manganu, z małemi dodatkami, n. p. miedzi lub krzemu, które po przebyciu procesów starzenia pod względem swych własności mechanicznych często nie ustępują stali, a ze względu na niski ciężar gatunkowy w niektórych wypadkach ją bezwzględnie przewyższają. Procesy starzenia naturalnego, o ile są prowadzone w zwykłej, sztucznego, o ile następują w podwyższonej



Rys. 9.

Typ układu dwu-składnikowego ( $A-B$ ) podlegającego starzeniu.

temperaturze, nie są zresztą ograniczone do wspomnianych metali lekkich, ale obserwować je można z reguły w tych wszystkich wypadkach, kiedy układy dwu lub też więcej składnikowe odpowiadają warunkom powyżej przedstawionych zasad rozpuszczalności (n. p. również u żelaza  $\alpha$ , które posiada pewną nieznaczną zresztą, jak to wynika z rys. 4, rozpuszczalność dla węgla, obserwować można zjawiska starzenia).

Teorię umocnienia stopów drogą starzenia podali pierwsi badacze amerykańscy Merica, Waltenberg i Scott w r. 1919, podczas gdy sam wynalazek pierwszego z lekkich stopów starzejących się (Duraluminium) dokonał, jak się zdaje, Wilm w r. 1911. Autorzy ci doszli na podstawie swych badań do wniosku, iż w procesie starzenia następuje rozpad przesyconego roztworu stałego ( $\alpha$ ) z wydzieleniem nadmiaru fazy rozpuszczonej ( $B$ ). Wydzielanie się tej ostatniej w postaci bardzo drobnego ziarna powodować ma właśnie wzrost granicy plastyczności stopu. Wzrost ten następuje dzięki temu, że drobne w odpowiednich warunkach starzenia wydzielone kryształy metalu lub metallidu ( $B$ ) utrudniać mają powstanie płaszczyzn poślizgowych w kryształach roztworu stałego, co w konsekwencji doprowadza do wzrostu jego oporu przeciwko zewnętrznym działaniom mechanicznym, czyli do umocnienia stopu. Zbyt długo lub w zbyt wysokich temperaturach prowadzony proces starzenia umocnieniu temu znowu przeciwdziała i stop mięknie. Tego rodzaju pogląd został utwierdzony okolicznością, że możliwości procesu starzenia uzależnione są zawsze podobnymi warunkami rozpuszczalności, jakie przedstawia rys. 9. W wielu również wypadkach po dłuższym starzeniu dały się zaobserwować w szlifie mikroskopowym kryształy fazy, znajdującej się początkowo w przesyconym roztworze, co teorię powyższą czyniło tembardziej prawdopodobną. Dalszym argumentem był fakt, iż opór właściwy stopu w czasie procesu starzenia maleje, co również zdawało się wykazywać, że następuje rozmieszanie się roztworu stałego, który posiada zawsze opór większy niż jego składniki w heterogennej mieszaninie. Ponieważ jednak często obserwacje mikroskopowe dawały wyniki dopiero wówczas, kiedy stop już przeszedł przez maksimum swego umocnienia, istniała dalsza koncepcja, iż tylko pewna krytyczna wielkość ziarna, rzędu ultramikroskopowej, wpływa korzystnie na wzrost własności mechanicznych stopu. W ciągu jednakże licznych badań, jakie kwestji tej poświęcano, poznano wkońcu i pewne okoliczności, których teoria *M. W. S.* nie była w stanie wytłómaczyć. Szczególnie jeżeli chodziło o proces starzenia się w zwykłej lub stosunkowo niskiej temperaturze stopu Duraluminium, w którym fazę rozpuszczoną stanowi związek międzymetaliczny  $CuAl_2$ , zaś fazę rozpusz-

czającą stanowi aluminium, nastęrczały się poważne wątpliwości, czy założenia teorji tej są słuszne (21—22). Szczegółowe bowiem badania roentgenograficzne wykazały, iż umocnienie mechaniczne stopu powyższego podczas starzenia następuje znacznie wcześniej, zanim jeszcze w diagramie roentgenowskim zaczną się pojawiać charakterystyczne linje właściwe związkowi  $CuAl_2$ . Oznaczałoby to, że umocnienia stopu nie można łączyć z wydzieleniem się z przesyconego roztworu powyższego związku, który, jak to przyjmuje omówiona teorja, miałby „zablokować” jego płaszczyzny poślizgowe i w ten sposób go wzmacnić. Podstawa owej teorji została w ten sposób poważnie zachwiana. Nie jest wprawdzie wykluczone, że i diagram roentgenowski może być zbyt mało czułym dla wykrycia owych ultramikroskopowych a krytycznej wielkości cząsteczek  $CuAl_2$ , jednakże sprzeciwiają się temu dalsze precyzyjne badania roentgenograficzne, jakie przeprowadzili J. Hengstenberg i G. Wassermann (23). Nietylko bowiem przy wydzieleniu  $CuAl_2$  z jego przesyconego roztworu w aluminium powinny pojawić się charakterystyczne linje tego związku w diagramie roentgenowskim, ale również parametr sieci przestrzennej roztworu stałego musi ulec, przy tego rodzaju wydzieleniu zeń jednego składnika, istotnej zmianie. Ten ostatni może być z wielką dokładnością mierzony, przyczem okazało się jednak, iż w stadjum, kiedy własności mechaniczne Duraluminium przy starzeniu podlegają zasadniczemu wzrostowi, nie ulega on żadnej zmianie. Stanowi to w tym wypadku już bezwzględny dowód, że wydzielenie jakiegokolwiek składnika z roztworu przesyconego w takiej czy innej formie nie nastąpiło. W czem wobec tego należy szukać źródła tak znacznych zmian fizycznych tego stopu podczas starzenia? Bardziej szczegółowe badania wspomnianych autorów, jak pomiar jonometryczny natężenia linii interferencyjnych oraz promieniowania rozproszonego, wskazują na to, iż pierwsze stadjum w procesie starzenia polega na zmianie rozmieszczenia atomów miedzi w sieci przestrzennej aluminium. Stwierdzony wzrost natężenia linii interferencyjnych roztworu stałego, zaś ubytek natężenia promieniowania rozproszonego w diagramie roentgenowskim przemawia właśnie za tem, że w początkowo statystycznie „nieuporządkowanym” roztworze stałym  $Cu$  w  $Al$  nastąpiło przemieszczenie

atomów *Cu* w ten sposób, że nagromadzają się one wzdłuż pewnych uprzywilejowanych płaszczyzn krystalograficznych, nie łącząc się bynajmniej jeszcze we właściwy im związek  $CuAl_2$ .

Teoria *M. W. S.* w tym przypadku więc w zupełności zawodzi, gdyż stan powyższy należy uważać co najwyżej jako wstępny, zmierzający dopiero do utworzenia pierwszych ośrodków krystalizacyjnych  $CuAl_2$ . Z pojawieniem się jednak oznak tych ostatnich w diagramie roentgenowskim, maksimum umocnienia już zostało przekroczone. Należy jednakże stwierdzić, iż istnieją wypadki umocnienia stopów lekkich (*Constructal*), w których badania roentgenograficzne wykazały równoległy bieg umocnienia wraz z następującymi zmianami parametru sieci przestrzennej roztworu stałego. Wówczas teoria *M. W. S.* zdaje się więc obowiązywać bez zastrzeżeń.

Tego rodzaju likwacja atomów w roztworze stałym, jaką stwierdzono u Duraluminium, powoduje bezpośrednio zatem umocnienie stopu. Prócz stwierdzenia powyższego związku przyczynowego, w obecnym stanie wiedzy nie jesteśmy jednakże w stanie bliżej zjawisk tych wyjaśnić. W rachubę wchodzi tu niewątpliwie zmiana sił międzyatomowych, działających w sieci przestrzennej roztworu stałego. Brak jednak ogólnej teorii, która musiałaby objąć także zjawiska umocnienia przez zgmiot, nie dopuszcza jak dotychczas do żadnych w tym kierunku dalej idących wniosków. Pewne założenia formalne, odnoszące się do umocnienia stadjum przejściowego w przemianach układu *AuCu*, zostały poczynione przez U. Dehlinger'a i w poprzednich ustępach już przytoczone. We wszystkich tych przypadkach za bezpośrednią przyczynę umocnienia uważa się przemieszczenia atomów w koherentnej sieci przestrzennej, co pozwala przypuścić, że głębsze powody tych zjawisk, utrudniających powstanie pierwszych płaszczyzn poślizgowych, tkwią prawdopodobnie we wspólnym podłożu. Tego rodzaju wątpliwości istnieją i w analogicznym dla umocnienia metali drogą zgmiotu zagadnieniu, które również dopiero oczekuje swojego rozwiązania. Zgmiot w zjawiskach starzenia odgrywa poza tem pewną rolę, gdyż przesylenie roztworu stałego zanika znacznie łatwiej po poddaniu go obróbce mechanicznej, czyli zgmiotowi.

### III. Uwagi końcowe.

Nie trudno jest chociażby z treści powyższych ustępów wywnioskować, iż stan metaliczny posiada dużo niezmiernie doniosłych i dla praktyki istotnych zagadnień, które dotychczas ze strony teoretycznej głębiej nie zostały ujęte. Podczas gdy teoria Sommerfeld'a (24) potrafi doskonale oddać wszystkie ich własności, odnoszące się do przewodnictwa elektrycznego i ciepłego, zagadnienia strukturalne i mikromechanika zjawisk z nimi związanych jest właściwie dopiero w początkach rozwoju.

Odrębności budowy metali w porównaniu do innych faz stałych, a więc sieć przestrzenna o niezwykle wysokich liczbach koordynacji, utworzona z pozytywnie naładowanych reszt atomowych, podczas kiedy t. zw. elektrony walencyjne są swobodne i z ostatnimi niezwiązane, łączy je zapewne przyczynowo z powyżej omówionymi w homogennej fazie przebiegającymi przemianami, które jedynie stopom metalicznym są właściwe. Również klasyczne pojęcie związku chemicznego, będącego następstwem wiązań elektronowych, w przypadku metallidu z wyżej wymienionych względów musi zawodzić. Niepodobna bowiem do nich stosować reguły oktetów Lewis'a, kiedy wszystkie elektrony walencyjne stanowią wspólną własność atomów, składających się conajmniej na jeden krystalit, który można więc uważać za pewnego rodzaju makro-molekułę. Struktura oraz rozmieszczenie atomów w sieci przestrzennej, jak to wynika z rozważań A. Westgren'a (25), powinny być w tym wypadku decydujące, jakkolwiek konflikt z prawem Dalton'a staje się wtenczas nieunikniony.

Intensywna praca, jaka obecnie w wielu pracowniach i specjalnie do tego celu powstałych instytucjach naukowych toczy się nad rozwiązaniem powyższych problemów, pozwala na nadzieję, że już najbliższe lata przyniosą wiele nowych faktów doświadczalnych, które przyczynią się do pogłębienia wiadomości naszych w tej dziedzinie. Bodźcem do badań tych jest ogromna rola, jaką w rozwoju ludzkości odgrywają zawsze metale i ich stopy.

L I T E R A T U R A.

1. G. Tammann. Lehrbuch der Metallkunde, Leipzig 1933.
2. F. Wever. Ergebnisse d. techn. Roentgenkunde **2** (1931) 239.
3. G. Kurdjumow i G. Sachs. Ztschr. Physik **64** (1930) 325.
4. N. Kurnakow i S. Żemczużny. Ztschr. anorg. Chem. **54** (1907) 164.
5. N. Kurnakow, S. Żemczużny i N. Zasedatelew. Journ. Institute Metals **15** (1916) 305.
6. M. Le Blanc, K. Richter i E. Schiebold. Ann. Physik **86** (1928) 929.
7. G. Grube, G. Schönmeier, F. Vaupel i W. Weber. Ztschr. anorg. Chem. **201** (1931) 41.
8. J. Haughton i R. J. N. Payne. Journ. Instit. Metals **46** (1931) 457.
9. W. Gorsky. Ztschr. Physik **50** (1928) 64.
10. G. Sachs. Ergebnisse d. techn. Roentgenkunde **2** (1931) 251.
11. G. Sachs. Ztschr. Metallkunde **24** (1932) 241.
12. U. Dehlinger i L. Graf. Ztschr. Physik **64** (1930) 359.
13. U. Dehlinger. Ergebnisse d. exact. Naturw. **10** (1931) 325.
14. U. Dehlinger. Ztschr. Physik **74** (1932) 267.
15. L. Graf. Ztschr. Metallkunde **24** (1932) 248.
16. C. H. Johansson i J. O. Linde. Ann. Physik **78** (1925) 439, **82** (1927) 409.
17. C. Borelius, C. H. Johansson i J. O. Linde. Ann. Physik **86** (1928) 291.
18. H. v. Steinwehr i A. Schulze. Physikalische Ztschr. **35** (1934) 385.
19. G. Straumanis i J. Weerts. Metallwirtschaft **10** (1931) 1919.
20. G. Tammann. Ztschr. anorg. Chem. **209** (1932) 204.
21. v. Göler i G. Sachs. Naturwissenschaften **17** (1929) 309.
22. A. Portevin i P. Chevenard. Revue d. Metalurgie **27** (1931) 412.
23. J. Hengstenberg i G. Wassermann. Ztschr. Metallkunde **23** (1931) 114.
24. W. Hume-Rothery. The metallic state, Oxford 1931.
25. A. Westgren. Ztschr. angewandte Chem. **45** (1932) 33.







DEZYDERY SZYMKIEWICZ

## W sprawie organizacji przyszłego Zjazdu przyrodników i lekarzy.

Kolejny Zjazd przyrodników i lekarzy ma się odbyć w r. 1937 we Lwowie. Jakkolwiek pozostaje jeszcze dużo czasu, warto jest zastanowić się już teraz nad należytem jego zorganizowaniem. Chodzi mi mianowicie o pewną zasadniczą sprawę, której uregulowanie wymaga znacznego czasu.

Główną wadą wielu kongresów, w tej liczbie także polskich zjazdów przyrodników i lekarzy jest to, że referaty nie są drukowane przed zjazdem. Ogłaszane są tylko tytuły referatów albo co najwyżej krótkie streszczenia. Ponieważ głównym celem zjazdów jest dyskusja, takie postępowanie pociąga za sobą poważne skutki ujemne. Wygłaszanie referatów na zjeździe zabiera niepotrzebnie dużo drogiego czasu. Ograniczenie zaś czasu referatów nie pozwala nieraz rozwinąć należyście danego tematu. Nie znając zczasu treści referatu, uczestnicy zjazdu nie mogą do dyskusji należyście przygotować się albo wręcz mogą być zaskoczeni nowymi ideami. Na dyskusję wreszcie często pozostaje za mało czasu albo też słuchacze nie mogą jej należyście prowadzić skutkiem zmęczenia.

Powyższym niedomaganiom można zapobiec tylko przez dostarczenie uczestnikom zjazdu zczasu pełnego tekstu referatów w formie osobnych broszur. Tak była zorganizowana np. Konferencja hydrologiczna państw bałtyckich, która odbyła się w Warszawie w r. 1930. Odpadają wtedy tak męczące wywody poszczególnych referentów, przeciągające się w dodatku nieraz poza przepisany czas. W każdej sekcji jest czynny jeden ogólny referent, który w krótkich słowach przypomina treść zgłoszonych referatów, zagajając w ten sposób dyskusję. Przebieg dyskusji ogłasza się po zjeździe, jako osobną publikację.

Wykonanie omawianego postulatu organizacyjnego spotyka naturalnie poważne trudności. Przedewszystkiem trzeba o tem po-

myśleć bardzo wcześnie. Dlatego też poruszam tę sprawę już teraz. Następnie pociąga to za sobą poważne koszty.

Ten ostatni wzgląd jest szczególnie ważny w obecnych kryzysowych czasach. Nie jest on jednak tak groźny, jak się może wydać na pierwszy rzut oka. Przedewszystkiem każdy zjazd z konieczności jest kosztowny. Wobec tego trzeba starać się, by użyte pieniądze przyniosły jaknajwiększy pożytek, co da się osiągnąć tylko przez należyłą organizację. Następnie kosztą druku można znacznie obniżyć przez odpowiednią selekcję zgłoszonych referatów, dopuszczając tylko te, które dotyczą ogólniejszych tematów. Usunęłoby się w ten sposób zarazem niepotrzebny balast komunikatów, które nie wymagają dyskusji i które mogą być podane do wiadomości publicznej poprostu w drodze ogłoszenia w odpowiednim czasopiśmie fachowym. Naturalnie przeprowadzenie takiej selekcji jest trudne, zwłaszcza wobec ambicji autorskich, które mogą być zadrażnione. Ale organizacja zjazdów naukowych jest wogóle zadaniem bardzo trudnym. Więc nie należy zrażać się takimi trudnościami.

Powyższe propozycje podaję pod dyskusję kołom zainteresowanych.

---

---

***Do p. z. Członków Towarzystwa!***

***Prezydjum Towarzystwa uprasza o regularne  
wplacanie wkładek, stanowią one bowiem  
podstawę jego działalności.***

***Administracja czasopism prosi o niezwłoczne  
powiadomianie o każdej zmianie adresu.***

# KOSMOS

CZASOPISMO POLSKIEGO  
TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW  
IM. KOPERNIKA

WYCHODZI W DWU SERJACH PO 4 ZESZYTY ROCZNIE  
WE LWOWIE

SERJA A. ROZPRAWY:

Redaktor **Stanisław Kulczyński**, ul. św. Mikołaja 4.

SERJA B. PRZEGLĄD ZAGADNIEŃ NAUKOWYCH:

Redaktor **Dezydery Szymkiewicz**, ul. Nabelaka 22.

Administracja Serji A. Lwów, ul. Długosza 8.

„ „ B. „ ul. Nabelaka 22.

Członkowie Towarzystwa otrzymują „Kosmos“ bezpłatnie.

Dla nieczłonków prenumerata w księgarniach.

Skład główny: Książnica - Atlas. Lwów, ul. Czarnieckiego 12.

Są do nabycia w administracji i w księgarniach roczniki Kosmosu  
Serja B. w cenie 30 gr. za arkusz. — Przy odbiorze kompletu  
10% ustępstwa.

# WSZECHŚWIAT

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA  
PRZYRODNIKÓW IMIENIA KOPERNIKA

wychodzi w 6 zeszytach rocznie w Warszawie

pod redakcją

**JANA DEMBOWSKIEGO**

Adres redakcji i administracji:

WARSZAWA, UL. POLNA 40, m. 10. — P. K. O. 21.650.

Prenumerata roczna 12 zł., półroczna 6 zł.

Członkowie Towarzystwa otrzymują „Wszechświat“ bezpłatnie.